



VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Aplikace metodologie CorporateMetrics ve vybraném odvětví  
Application of the CorporateMetrics methodology at the company in the selected sector

Student:	Bc. Radek Seidl
Vedoucí diplomové práce:	Ing. Miroslav Čulík, Ph.D.

Ostrava 2011

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou práci vypracoval samostatně

V Březové nad Svitavou dne 29. dubna 2011

podpis:

.....  
Radek Seidl

1	Úvod .....	3
2	Popis metodologie CorporateMetrics .....	4
2.1	Metodologie CorporateMetrics.....	4
2.1.1	Klíčové rysy CorporateMetrics .....	4
2.1.2	Vztah CorporateMetrics a RiskMetrics.....	5
2.1.3	Princip fungování CorporateMetrics .....	6
2.1.4	Charakteristika jednotlivých kroků při aplikaci CorporateMetrics .....	7
2.1.5	Kvantifikace měnového rizika.....	10
2.2	Modelování vstupních parametrů modelu .....	11
2.2.1	Cenové změny .....	11
2.2.2	Rozdělení pravděpodobnosti .....	12
2.3	Finanční modelování .....	13
2.3.1	Model náhodné procházky .....	14
2.3.2	Mean - reversion model.....	16
2.3.3	Zohlednění korelací mezi náhodnými proměnnými.....	17
2.4	Statistická verifikace modelu.....	19
2.4.1	Statistická významnost parametrů modelu.....	19
2.4.2	Statistická významnost modelu jako celku .....	20
2.5	Kvantifikace rizika .....	21
2.5.1	Princip VaR.....	22
2.5.2	Výpočet VaR.....	24
3	Popis podniku a jeho finančních toků .....	26
3.1	Popis společnosti .....	26
3.2	Finanční toky společnosti .....	27
4	Odhad rizika finančních toků .....	30
4.1	Popis rizikových faktorů.....	30
4.2	Odhad modelů rizikových faktorů.....	32
4.2.1	Odhad modelu pro měnový kurz CZK/EUR.....	32
4.2.2	Odhad modelu pro měnový kurz CZK/LTL .....	35
4.2.3	Odhad modelu pro měnový kurz CZK/HUF .....	38
4.2.4	Odhad modelu pro měnový kurz CZK/BGN .....	40
4.2.5	Odhad modelu pro ukazatel PRIBOR+3M .....	43
4.3	Predikce rizikových faktorů.....	45
4.3.1	Odvození Choleskeho matice.....	46
4.3.2	Odhad vývoje CZK/EUR .....	46
4.3.3	Odhad vývoje CZK/LTL .....	48
4.3.4	Odhad vývoje CZK/HUF .....	49

4.3.5	Odhad vývoje CZK/BGN .....	51
4.3.6	Odhad vývoje ukazatele PRIBOR+3M .....	52
4.4	Odhad provozního výsledku hospodaření .....	54
4.4.1	Odhad tržeb .....	54
4.4.2	Stanovení nákladů .....	59
4.4.3	Odhad hospodářského výsledku z provozní činnosti za rok 2011 .....	60
4.5	Odhad finančního výsledku hospodaření .....	61
4.5.1	Odhad nákladových úroků .....	61
4.5.2	Stanovení úrokových výnosů a ostatních finančních výnosů a nákladů .....	65
4.5.3	Odhad hospodářského výsledku z finanční činnosti .....	65
4.6	Odhad výsledku hospodaření za účetní období .....	66
4.7	Odhad EaR.....	68
5	Závěr .....	70

Seznam použité literatury

Seznam zkratk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Seznam tabulek, obrázků a grafů

# 1 Úvod

Česká republika se řadí mezi vysoce otevřené ekonomiky. Zahraniční obchody podléhají řadě tržních rizik, jako jsou rizika patřící úroková, akciová, komoditní nebo rizika měnová. Ta ovlivňují výsledek hospodaření a je proto důležité rizika měřit a řídit. Řízením rizika se rozumí rozhodovací proces, který navazuje na výsledky hodnocení rizik. Každý podnik musí vědět, jaké riziko ho ovlivňuje a jaký dopad má na hospodářskou činnost.

Cílem diplomové práce je aplikace metodologie CorporateMetrics ve vybraném odvětví, tzn. určit riziko změny hospodářského výsledku za účetní období 2011. Riziko bude kvantifikováno ukazatelem Earning at Risk na úrovni výsledku hospodaření za účetní období společnosti MIKA a. s.

Práce je rozdělena do tří částí.

V první části jsou popsány hlavní kroky a principy metodologie CorporateMetrics. Pozornost je věnována zejména problematice modelování vstupních parametrů, finančního modelování a statistické verifikaci. Závěr této kapitoly je věnován způsobům kvantifikace rizika, zejména principům metodologie Value at Risk a způsobům výpočtu.

V druhé části je popsán podnik MIKA a. s., na který bude metodologie CorporateMetrics aplikována. Pozornost je věnována i jeho plánům a finančním tokům.

V poslední části je proveden odhad rizika finančních toků společnosti. Prvním krokem je popis rizikových faktorů a odhad jejich modelů. Rizikovými faktory jsou měnové páry CZK/EUR, CZK/LTL, CZK/HUF, CZK/BGN a pražská mezibankovní nabídková sazba PRIBOR+3M. Pomocí stanovených modelů je odhadnut vývoj jednotlivých rizikových faktorů na rok 2011 s využitím simulační metody Monte Carlo. Následně je proveden odhad tržeb za každý měnový kurz a odvozen provozní výsledek hospodaření společnosti. Na základě odhadu vývoje ukazatele PRIBOR+3M je predikován vývoj úrokových nákladů a následně sestaven výsledek hospodaření z finanční činnosti. Součtem provozního a finančního výsledku hospodaření je získán odhad výsledku hospodaření za účetní období 2011. Konečným výsledkem je hodnota Earning at Risk na daných hladinách významnosti.

## **2 Popis metodologie CorporateMetrics**

V této části budou popsány hlavní principy měření rizika prostřednictvím metodologie CorporateMetrics, způsoby stanovení vstupních parametrů, finanční modelování a metoda Value at Risk.

### **2.1 Metodologie CorporateMetrics**

CorporateMetrics je komplexní balík definic, metodologií, dat a softwaru pro měření tržního rizika v podnikatelském prostředí. V širším slova smyslu se CorporateMetrics soustředí na dva korporátní finanční výsledky, které jsou ovlivňovány a používány k posouzení hodnoty společnosti – hospodářské výsledky a cash-flow.

CorporateMetrics umožňuje společnosti předvídat hospodářské výsledky a cash-flow pro řadu různých plánovaných tržních sazeb. Těmi mohou být devizové kurzy, úrokové sazby, ceny komodit, ceny vlastního kapitálu, atd. Z řady předpovědí může být naměřeno tržní riziko.

Metoda je navržena k tomu, aby soubor vyhověl dlouhodobému horizontu předpovědi a zároveň se shodoval s dlouhodobým manažerským cyklem, který je typický pro podnikové plánování a řízení. Navíc CorporateMetrics nabízí metodologii Value at Risk (VaR), což je princip, který je dlouhodobě široce využíván při analýze rizik portfolií, ve kterých jsou stále měřena rizika finančních nástrojů. V okamžiku, kdy VaR změní nejistotu nebo odchylky od hodnoty, bez ohledu na to jaká hodnota je definována, může být snadno aplikována na měření daného rizika. CorporateMetrics může přizpůsobením VaR technik poskytnout pevný základ metod, které určují kvantitativní tržní riziko v podnikatelském prostředí.

#### **2.1.1 Klíčové rysy CorporateMetrics**

V rámci CorporateMetrics rozlišujeme následujících pět rysů, které jsou charakteristická a klíčové pro tuto metodologii:

- Definice rizika – Earning-at-Risk (EaR), Earnings-per-Share-at-Risk (EPSaR) a Cash-Flow-at-Risk (CFaR).
- Metodologické směrnice – vysvětlují, jak identifikovat a mapovat citlivost trhu a popisují metody dostupné pro stanovení tržního rizika.

- Skupiny dat a metodologií pro dlouhodobou předpověď, kdy se jedná o predikce na dva měsíce až rok. Data a metodologie jsou popsány v publikaci Long Run Technical Document<sup>1</sup>.
- Historická data, stresové scénáře, dlouhodobé předpovědi a metodologické diskuze, které jsou dostupné na internetových stránkách společnosti <http://www.riskmetrics.com>.
- Software navrhnutý, vyvinutý a podporovaný RiskMetrics Group s názvem CorporateManager, poskytující informace a rizikové kalkulace v dlouhém období.

### 2.1.2 Vztah CorporateMetrics a RiskMetrics

Metodologie CorporateMetrics pracuje s klíčovými prvky dalších technik pro měření tržního rizika, např. RiskMetrics a VaR. Dochází tím k rozšíření typických podnikových praktik, jakými jsou analýzy citlivosti, analyzující rizika přes komplexní rozpětí scénářů namísto několika vybraných scénářů.

Jak CorporateMetrics, tak i RiskMetrics poskytují analytický rámec pro měření tržního rizika. Nicméně, RiskMetrics je určený pro rozbor portfolia, zatímco CorporateMetrics pracuje s podnikovými finančními výsledky.

RiskMetrics je užíváný pro predikci potencionální změny v hodnotách tržních portfolií finančních nástrojů, jako jsou devizové kurzy, komodity, cenné papíry a jejich odvozeniny. Analyzovaný časový horizont je relativně krátký. Jedná se o období od jednoho dne do jednoho měsíce.

VaR je vhodné měřítko rizika pro správce portfolií, kteří potřebují odhadovat potencionální ztráty na tržní hodnotě portfolia, obvykle s ohledem na tržní index.

CorporateMetrics je na druhé straně vhodnější v podnikatelském prostředí, protože se zaměřuje na finanční výsledky. Využívá výkonové srovnávací testy, které jsou založené na specifických interních a vlastnických předpovědích a cílech, které se zaměřují spíše na zjistitelné tržní ukazatele.

Ačkoli se RiskMetrics a CorporateMetrics soustředí na různé míry hodnot, obě metody jsou založena na předpokladech rozdělení tržních faktorů a za účelem dosažení správných hodnot ve vybraném horizontu. V případě plánování rozpočtu a sestavování finančních plánů se předpovědi společnosti provádí v horizontu 24 měsíců.

---

<sup>1</sup> KIM, J., MALZ, A.M., MINA, J.. *LongRun Technical Document* [online]. 1st. ed. New York: RiskMetrics Group, 1999 [cit. 2009-01-31]. Dostupný z WWW: <[www.riskmetrics.com](http://www.riskmetrics.com)>



Následující Tab. 1 porovnává přístupy řízení rizik používané ve finančním prostředí a v podnikovém prostředí.

**Tab. 1 Rizikové parametry ve finančním a podnikovém prostředí**

<b>Rizikové parametry</b>	<b>Finanční prostředí</b>	<b>Podnikové prostředí</b>
<b>Metodologie</b>	RiskMetrics	CorporateMetrics
<b>Měřená hodnota</b>	hodnota portfolia	zisk, Cash - Flow
<b>Účetní hodnota</b>	reálná hodnota	nárůst, reálná hodnota, zajištění
<b>Období</b>	den, měsíc	měsíc, čtvrtletí, rok
<b>Měřítko</b>	tržní index	stanovené cíle (rozpočtový plán)

**Zdroj: LEE, A. CorporateMetrics Technical Document**

Běžným přístupem k analýze rizik v podnikatelském odvětví je citlivostní analýza, zahrnující specifické metody a stanovující různé scénáře pro nákup či prodej v měnícím se prostředí. Takové scénáře pak poskytují pohled na potencionální výsledky v daných tržních podmínkách. Důležitými prvky každého scénáře bývají pravděpodobnosti. S použitím rozdělení pravděpodobnosti je možno generovat mnoho scénářů, které souhrnně odrážejí celý rozsah vážených tržních výsledků.

Scénáře lze vytvořit tak, aby odrážely specifické předpoklady v rámci korelace mezi různými tržními sazbami. Scénáře mohou být generovány na základě technik dlouhodobé předpovědi, založené na aktuálních tržních informacích, ekonometrických modelech nebo vybraných parametrech.

CorporateMetrics může rozšířit tradiční analýzu rizik a poskytnout tak komplexnější pohled na riziko.

### **2.1.3 Princip fungování CorporateMetrics**

Proceduru pro měření tržního rizika je možné shrnout v pěti základních krocích:

1. definování rizikového parametru,
2. mapování rizik dané společnosti,
3. generování scénářů,
4. hodnocení,
5. výpočet míry rizika.

Těchto pět kroků je známých jako simulace, která tvoří základ CorporateMetrics. V přístupu jsou rozsáhlé soubory scénářů tržních sazeb používány pro tvorbu rozdělení stanovených budoucích finančních výsledků, ze kterých jsou získávány různé úrovně kvantifikovaného rizika. To je především užitečné pro společnosti, jejichž finanční výsledky se mění nelineárně se změnou tržních sazeb, a které nemohou měřit vliv tržního rizika pomocí dříve používaných analytických metod.

Stinnou stránkou simulace je její relativní náročnost a intenzita.

#### **2.1.4 Charakteristika jednotlivých kroků při aplikaci CorporateMetrics**

Následující kapitoly charakterizují kroky metodologie CorporateMetrics, které jsou zmíněny v předcházející kapitole.

##### **Definování rizikového parametru**

Jedná se o specifikace finančního výsledku, na jehož úrovni je riziko měřeno. Můžou to být příjmy nebo peněžní toky. Dále je zapotřebí specifikovat časový horizont a stanovit hladinu spolehlivosti pro rizikové měření.

Společnost se v tomto kroku rozhoduje, které finanční výsledky analyzovat, a který rizikový ukazatel v analýze použít. Nejčastěji se jedná o ukazatel Earnings at Risk (EaR), Earnings per share at Risk (EPSaR) nebo Cash Flow at Risk (CFaR).

##### **Mapování rizik dané společnosti**

V souladu s definováním rizikového parametru je zapotřebí identifikovat všechny příjmy nebo finanční toky, jejichž hodnoty se mohou měnit vlivem změn tržních sazeb. Je zapotřebí predikovat finanční výsledky pro různé scénáře, které se musí specifikovat a určit, jak moc jsou ovlivňovány tržními sazbami. Mapování je proces identifikace toho, jak měnící se tržní sazby ovlivňují jednotlivé finanční výsledky. Mapování je prováděno formou rovnic, modelů nebo předběžnými finančními výkazy.

V rámci mapování rizik dané společnosti je zapotřebí popsat bližší rozsah analýz a hlavní funkce mapování.

CorporateMetrics poskytuje flexibilní rámec, který vysvětluje, jaké riziko může být počítáno pro určitý soubor expozic. Určuje, zda lze pracovat i s podsouborem podnikových expozic za celou společnost.

### *Rozsah analýzy*

Vybraný soubor expozic může být analyzován použitím rovnic, které vyjadřují finanční výsledek jako funkci tržních sazeb a obchodních proměnných. Jestliže je požadována vyšší úroveň analýz, mohou být použity celopodnikové formální účetní výkazy jako základ pro mapování vlivů.

Jednotlivé položky mohou být vyjádřeny jako funkce obchodních proměnných a tržních sazeb. Finanční výsledky dceřiných společností mohou být dány velmi komplikovanými funkcemi, tzn. složenými obchody a tržními proměnnými. Používání modelu pro formální účetní výkazy poskytne intuitivní způsob, jak organizovat informace a vztahy. Tento typ vysoce postavených analýz může poskytnout užitečné informace k usnadnění jednání nejen na úrovni s vrcholovým vedením a správní radou, ale také s investory a analytiky.

### *Funkce mapování*

Mnoho různých typů funkcí může být užíváno v souvislosti s finančními výsledky pro podnikové a tržní proměnné. Vše je závislé na požadovaném typu analýzy, např., chce-li společnost modelovat vztah mezi devizovými kurzy a příjmy, pak objem obchodů je konstantní, bez ohledu na vývoj devizového kurzu.

Mapování pak může vypadat jako jednoduchá lineární funkce, která identifikuje, jak se objem obchodů vyvíjí v závislosti na měnících se devizových kurzech. Stupeň obtížnosti modelování je zcela na rozhodnutí dané společnosti.

Rozhodnutí v sobě zahrnuje vnitřní odhad shody mezi jednotlivými faktory, zejména pak snadnost provedení, dostupnost dat pro ekonometrickou analýzu nebo analýzu konkurenceschopnosti a požadovanou úroveň přesnosti.

## **Generování scénářů**

V tomto bodě dojde ke generování velkého množství scénářů, které zmapují různé hodnoty pro daný soubor tržních sazeb v daném horizontu. Pro každý horizont z definování rizikového parametru je zapotřebí specifikovat pravděpodobnosti pro tržní sazby stanovené v druhém kroku. Dochází ke generování scénářů pomocí vybraného vzorku z každého rozdělení pravděpodobnosti, přičemž se zde zakreslují hodnoty jako funkce v čase. Jednotlivé scénáře jsou stanoveny jako jedinečné cesty, které v rámci daného časového období kopírují tržní sazby.

Náročným úkolem pro společnosti je předvídaní tržních sazeb pro dlouhodobý časový horizont, který souvisí s plánem společnosti. Obchodní plány společností se obvykle soustředí

na horizont jednoho až dvou let, v souvislosti se strategickým plánováním, které se provádí na dobu pěti let. Měření tržního rizika, souvisejícího s finančními výsledky pro plánovací horizont, vyžaduje vytvoření scénářů tržních sazeb, které by spadaly do daného časového horizontu. Za účelem nezbytného vývoje scénářů potřebují společnosti predikovat modely, které znázorňují specifické rozdělení pravděpodobnosti vybraných tržních proměnných.

Existuje mnoho technik pro generování dlouhodobých scénářů, zaměřujících se výhradně na matematické modelování rozdělení tržních sazeb. Mezi tři hlavní přístupy zahrnujeme použití aktuálních tržních informací, ekonometrické modely a uživatelem stanové scénáře. Jednotlivé scénáře vymezují jedinečný vývoj tržní sazby v specifickém horizontě. Soubor scénářů definuje všechny možné vývoje, které mohou mít tržní sazby po dobu daného specifického horizontu.

## **Hodnocení**

Jedná se o výpočet budoucích finančních výsledků pro každý scénář proměnných hodnot, přičemž z velkého množství vygenerovaných scénářů lze sestavit funkci hustoty rozdělení pravděpodobnosti.

Vložením tržních sazeb pro jednotlivé scénáře do mapy vlivů získáme jednotlivé hodnoty pro budoucí finanční výsledek. Opakováním tohoto procesu pro každý scénář získáme rozdělení finančních výsledků.

## **Výpočet míry rizika**

Výpočet vyplývá z pravděpodobnosti finančních výsledků. Dochází zde ke zjištění míry rizika výsledného rozdělení finančních výsledků a výpočet rizikového ukazatele.

Použitím rozdělení finančních výsledků získaných z hodnotící fáze lze vypočítat různé statistiky, které popisují rozdělení a charakteristiku rizikovosti výsledků. Příklady vzorových statistik jsou:

- směrodatná odchylka – představující symetrický rozptyl od očekávané nebo střední hodnoty odhadovaného finančního ukazatele,
- interval spolehlivosti – specifikuje s jakou pravděpodobností nepřevyší skutečná ztráta hodnotu v riziku, tzn., s jakou pravděpodobností nebude finanční výsledek nižší než tento stanovený interval spolehlivosti,
- maximální ztráta – hodnota, která měří maximální částku, o kterou může finanční výsledek klesnout v porovnání se stanoveným cílem společnosti na dané hladině spolehlivosti,
- průměrná ztráta – očekávaná hladina, o kterou může finanční ukazatel klesnout.

### 2.1.5 Kvantifikace měnového rizika

Tržní rizika představují rizika ztráty vlivem nepříznivých podmínek na trhu, jako jsou nepříznivý vývoj úrokových sazeb, cen akcií či měnového kurzu.

Měnové riziko je největším rizikem při mezinárodních aktivitách společností. Je striktně závislé na pohybu kurzu zahraniční měny vůči domácí měně, přičemž může docházet ke kurzovým ziskům nebo ztrátám. Doba trvání měnového rizika je od uzavření obchodu do doby peněžního plnění. V této době subjekt, obchodující se zahraničím, přebírá na sebe riziko.

Mezi hlavní faktory, které ovlivňují kurzy patří zejména hospodářský růst, úrokové sazby, inflace, nezaměstnanost, obchodní bilance, parita kupní síly a stav devizových rezerv. Při takovém množství ovlivňujících faktorů je velmi náročné předvídat vývoj měnového kurzu a navíc vývoj kurzu není vždy dán jen vývojem ekonomických faktorů. Mezi další faktory se řadí zejména politická situace, monetární politika státu, spekulace na devizovém nebo peněžním trhu.

Obecně je riziku vystavena společnost, jejíž příjmy a výdaje v cizí měně nejsou vyvážené. Pohybem měnového kurzu vznikají odchylky od očekávaného stavu. Cílem každé společnosti je takové odchylky minimalizovat. Aktivní přístup řízení měnového rizika má podobu aktivního řízení měnové pozice společnosti na trhu. V takovém případě se společnost rozhodne pro částečné nebo úplné zamezení vystavení se měnovému riziku a vyčkává na výhodnou změnu kurzu. K pokračování v aktivním obchodování v cizí měně může dojít ve chvíli, kdy společnost zjistí, že je pro ni úroveň kurzu opět výhodná.

Měnová rizika je možné řídit několika způsoby<sup>2</sup>:

**1. Zajištění proti měnovému riziku** – zabezpečení rovnováhy mezi příjmy a výdaji v cizí měně. Pokud se toto podaří, není třeba převádět cizí měnu do domácí.

**2. Volba vhodné obchodní strategie** – nastavení strategie obchodování v cizí měně je základním strategickým východiskem, které je nutno jasně stanovit.

**3. Diverzifikace měnového rizika** – rozložení měnového rizika na více trhů s různými měnami. V případě, že společnost realizuje své nákupy a prodeje na více trzích, je vystavena nižšímu měnovému riziku, než společnost závislá 100% na jednom zahraničním trhu.

**4. Spotové měnové obchody** – jedná se o závazek dvou stran k výměně financí v různých měnách ke stanovenému datu. Obě platby se oceňují současnými kurzy. Tento druh

---

<sup>2</sup> ADÁSKOVÁ, P. *Co jsou měnová rizika*. Dostupné z WWW: < <http://www.risk-management.cz/index.php?clanek=64&cat2=1&lang=>>

nelze použít k řízení měnových rizik v krátkém období. Obchod představuje převod cizí měny do domácí měny za aktuálních podmínek na trhu, které nejsou předem známy.

**5. Měnový forward** – liší se od spotového tím, že k výměně financí dochází ke stanovenému datu v budoucnosti po uzavření transakce. Kurz převodu je stanoven při uzavírání obchodu, tzn. zafixování domácí hodnoty.

**6. Měnový swap** – má mnoho podob. V nejjednodušším případě představuje spotový prodej či nákup dvou měn a současně reverzi forwardového obchodu. Společnost chce získat cizí měnu pro své investice v zahraničí, kde chce realizovat část svých výnosů. Své budoucí příjmy v cizí měně použije ke splacení svého závazku ve forwardu.

## 2.2 Modelování vstupních parametrů modelu

V následujících dvou podkapitolách jsou popsány principy cenových změn a rozdělení pravděpodobnosti.

### 2.2.1 Cenové změny

Jedná se o vyjádření výnosů, které mají dobrou vypovídací schopnost a statistické vlastnosti. Vstupními daty jsou časové řady, které jsou výsledkem pozorování v určitém horizontu. V průběhu pozorování dochází k cenovým změnám, které jsou předmětem měření rizika.

Cenové změny lze vyjádřit třemi různými způsoby:

- Absolutní změnou, kdy změnu ceny můžeme definovat jako rozdíl mezi dvěma časovými obdobími,

$$D_t = P_t - P_{t-1}, \quad (1)$$

kde  $P_t$  je cena v čase  $t$  a  $P_{t-1}$  je cena v předcházejícím období.

- Relativní cenovou změnou, představující podíl absolutní cenové změny  $D_t$  a ceny v přechodném období  $P_{t-1}$ ,

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}, \quad (2)$$

Logaritmickou cenovou změnou, která bývá také označována jako spojitý výnos, vycházející z předpokladu, že celkový hrubý výnos se rovná výrazu  $(1+R_t)$ .

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = p_t - p_{t-1}, \quad (3)$$

kde  $p_t = \ln(P_t)$  a  $p_{t-1} = \ln(P_{t-1})$ .

Nejčastěji se využívají relativní a logaritmické cenové změny, protože nezachycují změnu ve smyslu daných cenových úrovní, ale ve smyslu jejich relací.

## 2.2.2 Rozdělení pravděpodobnosti

Každá cenová změna může mít různé rozdělení pravděpodobnosti. Při modelování tržních cen jsou nejčastěji používány tři typy rozdělení pravděpodobnosti.

### Normální rozdělení pravděpodobnosti

Normální rozdělení pravděpodobnosti patří mezi nejdůležitější rozdělení pravděpodobnosti spojité náhodné veličiny. Normální rozdělení  $N(\mu, \sigma^2)$  vychází ze dvou hodnot a to střední hodnoty  $\mu$  a rozptylu  $\sigma^2$ . Zatímco střední hodnota charakterizuje polohu rozdělení, rozptyl popisuje rozložení náhodné veličiny  $x_t$  okolo střední hodnoty.

Náhodná veličina má normální rozdělení pravděpodobnosti s parametry  $\mu$  a  $\sigma^2$ , má-li hustotu pravděpodobnosti tvar,

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2 \cdot \pi}} e^{-\left(\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)}. \quad (4)$$

Náhodná veličina s normálním rozdělením má střední hodnotu,

$$E(X) = \mu, \quad (5)$$

a rozptyl můžeme vyjádřit vztahem,

$$D(X) = \sigma^2. \quad (6)$$

### Normované – normální rozdělení pravděpodobnosti

Normované normální rozdělení je zvláštní druhem normálního rozdělení, označující se jako  $N(0, 1)$ . Z tohoto označení vyplývá, že střední hodnota  $\mu = 0$  a rozptyl  $\sigma^2 = 1$ .

Hustota pravděpodobnosti náhodné veličiny s normovaným normálním rozdělením má tvar,

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} e^{\left(-\frac{(x)^2}{2}\right)}, \quad (7)$$

distribuční funkci normovaného – normálního rozdělení pravděpodobnosti můžeme vyjádřit jako,

$$\Phi(x) = \int_{-\infty}^x \varphi(t) \cdot dt = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{(t)^2}{2}\right)} \cdot dt, \quad (8)$$

kde  $dt$  představuje přírůstek v čase.

## Logaritmicko – normální rozdělení pravděpodobnosti

Náhodná veličina má rozdělení logaritmicko – normální s parametry  $\mu$  a  $\sigma^2$ , označuje se  $LN(\mu, \sigma^2)$ , kdy hustota pravděpodobnosti má tvar,

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \frac{1}{x} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2}. \quad (9)$$

Využitím spojitě změny, která má normální rozdělení pravděpodobnosti, vzniká logaritmicko – normální rozdělení pravděpodobnosti ceny  $P_t$ . Předcházející vztah je rozšířen a má následující podobu,

$$f(P_t) = \frac{1}{P_{t-1} \cdot \sqrt{2\pi} \cdot \sigma} e^{-\left(\frac{(P_{t-1} - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)}, \quad (10)$$

kde  $P_{t-1}$  je větší než nula. Parametry logaritmicko – normálního rozdělení pravděpodobnosti jsou definovány následovně:

$$E(P_t) = e^{\left(\mu + \frac{\sigma_t^2}{2}\right)}, \quad (11)$$

$$\sigma^2(P_t) = [e^{(2 \cdot \mu)} \cdot e^{(2 \cdot \sigma_t^2)} - e^{(\sigma_t^2)}]. \quad (12)$$

## 2.3 Finanční modelování

Tržní ceny a výnosy jsou charakteristické náhodným vývojem v čase. Takový průběh je označován jako stochastický proces, který lze popsat diskrétně s aplikacemi při simulacích nebo spojitě s využitím při analytickém řešení.

U finančního modelování se nejčastěji používá Markovův náhodný proces. V rámci Markovova procesu bývá nejčastěji využíván Wienerův proces, který bývá označován jako specifický Wienerův proces a je základním prvkem ostatních stochastických procesů. Wienerův proces následuje Markovův proces, což znamená, že predikované ceny jsou ovlivněny pouze aktuální cenou a ne cenami historickými a změny tržních cen jsou v čase nezávislé.

Wienerův proces lze definovat následujícím vztahem:

$$\tilde{z}_t - z_0 \equiv d\tilde{z} = \tilde{z} \cdot \sqrt{dt}, \quad (13)$$

kde  $\tilde{z}$  je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení  $N(0, 1)$ . Pro střední hodnotu, rozptyl a směrodatnou odchylku platí,

$$E(dz) = 0, \quad (14)$$

$$var(dz) = t, \quad (15)$$

$$\sigma(dz) = \sqrt{t}. \quad (16)$$



Je-li vývoj ceny v čase za několik intervalů, pak můžeme vztah (13) upravit následujícím způsobem,

$$\tilde{z}_T - z_0 = \sum_{t=1}^n \tilde{z}_t \cdot \sqrt{dt}, \quad (17)$$

z tohoto vztahu lze odvodit střední hodnotu, rozptyl a směrodatnou odchylku,

$$E(\tilde{z}_T) = 0, \quad (18)$$

$$\text{var}(\tilde{z}_T) = n \cdot dt = T, \quad (19)$$

$$\sigma(\tilde{z}_T) = \sqrt{T}. \quad (20)$$

V následujících dvou podkapitolách jsou popsány modely náhodné procházky a Mean–Reversion model, které jsou v metodologii CorporateMetrics využívány k finančnímu modelování tržních cen.

### 2.3.1 Model náhodné procházky

Náhodná procházka je teorie<sup>3</sup>, ve které budoucí kroky nemohou být předpovězeny na základě minulých výsledků.

Změnou rizikových faktorů vzniká riziko nepříznivého vývoje. Tyto faktory je třeba analyzovat a na základě poznatků určit jejich změny a rozdělení v čase. Proto se předpokládá, že se výnosy v krátkém horizontu chovají podle tzv. náhodné procházky.

#### Geometrický Brownův proces s logaritmickými cenami

Tento model patří mezi stochastické procesy a je nejvyužívanějším typem modelu ve finančním modelování. Model je možné využít pro simulaci náhodného vývoje cen akcií, devizových kurzů, cen komodit, atd. Pro využití v rámci metodologie CorporateMetrics se využívají především logaritmické cenové změny, tzv. spojitý výnos, který je využíván při predikci vývoje měnových kurzů. Předpokladem je vývoj kurzu podle vztahu (10). V takovém to případě je Brownův geometrický proces s logaritmickými cenami definován jako,

$$d\ln P = \hat{\alpha} \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (21)$$

kde  $\hat{\alpha}$  je trendový koeficient,  $\sigma$  je směrodatná odchylka a  $dz$  je náhodná složka, která se rovná součinu náhodné proměnné z normovaného normálního rozdělení pravděpodobnosti  $\tilde{z}$  a  $\sqrt{dt}$ .

---

<sup>3</sup> BURTON G., M.; *A Random Walk Down Wall Street*, II. Title. London: W.W.Norton and Company, 1999. 461 p. ISBN 0-393-04781-4

Deterministický koeficient  $\hat{\alpha}$  představuje průměrný výnos vyplývající z cenového růstu. Jeho odhad probíhá metodou nejmenších čtverců, založené na minimalizaci součtu čtverců odchylek, tzn.,

$$\sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 \rightarrow \min, \quad (22)$$

kde  $\varepsilon_t$  je reziduální odchylka, která udává rozdíl mezi skutečným a odhadovaným výnosem,

$$\varepsilon_t^2 = \sum_{t=1}^T (r_t - \hat{\alpha} \cdot P_t)^2. \quad (23)$$

Dalším koeficientem modelu je směrodatná odchylka, která je vypočítána následujícím způsobem,

$$\sigma = \frac{\hat{\sigma}}{dt}, \quad (24)$$

kde  $\hat{\sigma}$  je roční směrodatná odchylka a stanoví se ze vztahu,

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^T (r_t - \hat{\alpha} \cdot P_t)^2} = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2}. \quad (25)$$

Pro odhad ceny je zapotřebí stanovit simulaci tržních cen, střední hodnotu a rozptyl. V rámci Geometrického Brownova modelu s logaritmickými cenami se využívají následující vztahy,

$$P_t = P_{t-1} \cdot e^{(\hat{\alpha} \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z})}, \quad (26)$$

$$E(P_t) = P_{t-1} \cdot e^{(\hat{\alpha} \cdot dt \cdot n)}, \quad (27)$$

$$\text{var}(P_t) = P_0^2 \cdot e^{(2 \cdot \hat{\alpha} \cdot T)} \cdot (e^{(\sigma^2 \cdot dt \cdot n)} - 1). \quad (28)$$

Hodnota kvantilu na hladině pravděpodobnosti  $\gamma$  z logaritmicko normálního rozdělení lze zapsat vztahem,

$$P_t^\gamma = P_{t-1} \cdot e^{(\hat{\alpha} \cdot dt \cdot n + \Phi^{-1}(\gamma) \cdot \sigma \cdot \sqrt{T})}, \quad (29)$$

kde  $\Phi^{-1}$  je inverzní funkce k distribuční funkci normovaného normálního rozdělení na hladině pravděpodobnosti  $\gamma$ .

### 2.3.2 Mean - reversion model

U řady vybraných veličin se objevuje v delším časovém období sklon k návratu k dlouhodobé rovnovážné hodnotě. Takovéto stochastické procesy jsou označovány jako mean – reversion procesy, které mají tendenci návratu v čase k dlouhodobé rovnováze anebo zůstávají v blízkosti dlouhodobé rovnováhy. Základem mean – reversion modelu je předpoklad, že proces  $r_t$  se řídí dle Itôova procesu,

$$dr_t = a \cdot (r_t; t) \cdot dt + b \cdot (r_t; t) \cdot d\tilde{z} \quad (30)$$

kde  $a \cdot (r_t, t)$  je koeficient Wienerova procesu, který představuje i parametr rychlosti přibližování se k dlouhodobé rovnováze. Druhá část vztahu, tj.  $b \cdot (r_t, t)$ , vyjadřuje dlouhodobou rovnováhu.

#### Vašíčkův model

Vašíčkův model patří mezi mean-reversion modely. Nevýhodou modelu je, že může dosahovat záporné hodnoty, což není v praxi realistické.

Vašíčkův model návratu ke středu vychází z následující rovnice:

$$dP = a \cdot (b - r_t) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \quad (31)$$

kde  $a, b$  jsou odhadované parametry,  $\sigma$  je směrodatná odchylka a  $d\tilde{z}$  je náhodná složka, která se rovná součinu náhodné proměnné z normovaného normálního rozdělení pravděpodobnosti  $\tilde{z}$  a  $\sqrt{dt}$ .

#### Cox-Ingersoll-Ross model

Cox-Ingersoll-Rossův (CIR) model je podobný Vašíčkovému modelu, ale u jeho složky  $\sqrt{r_t}$  nedochází k nabývání záporných hodnot. Tím je odstraněn hlavní nedostatek Vašíčkova modelu. CIR model vychází ze vztahu,

$$dP = a \cdot (b - r_t) \cdot dt + \sigma \cdot \sqrt{r_t} \cdot d\tilde{z}, \quad (32)$$

kde  $a, b$  jsou odhadované parametry, kde  $a$  značí rychlost přibližování se k dlouhodobé rovnováze,  $b$  představuje dlouhodobou rovnováhu.

#### Odhad parametrů

Parametry  $a$  a  $b$  lze získat z lineárního tvaru reverzního modelu,

$$dP = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \cdot P + \sigma \cdot d\tilde{z}, \quad (33)$$

s jehož pomocí se stanoví lineární parametry, kterými lze zpětně vyjádřit výchozí parametry mean-reversion modelu.

Parametry  $\hat{\alpha}, \hat{\beta}$  jsou stanoveny pomocí metody nejmenších čtverců,

$$\sum_{t=1}^T [r_t - (\hat{\alpha} + \hat{\beta} \cdot P_t)]^2 = \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 \rightarrow \min. \quad (34)$$

Následně lze s využitím parametrů  $\hat{\alpha}, \hat{\beta}$  dopočítat koeficienty  $a$  a  $b$ ,

$$a = -\frac{\hat{\beta}}{dt}, \quad (35)$$

$$b = \frac{\hat{\alpha}/a}{dt}. \quad (36)$$

Směrodatná odchylka se následně zjišťuje ze vztahu,

$$\sigma = \frac{\hat{\sigma}}{dt}, \quad (37)$$

kde  $\hat{\sigma}$  je roční směrodatná odchylka a stanoví se vztahem,

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^T [r_t - (\hat{\alpha} + \hat{\beta} \cdot P_t)]^2} = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2}. \quad (38)$$

Modelování vývoje cen podle mean-reversion modelu lze zapsat vztahem,

$$P_t = P_{t-1} + a \cdot (b - P_{t-1}) \cdot dt, \quad (39)$$

z tohoto vztahu vychází model simulace tržní ceny, střední hodnota a hodnota kvantilu,

$$P_t = P_{t-1} + a \cdot (b - P_{t-1}) \cdot dt + \sigma \cdot \sqrt{P_{t-1}} \cdot d\tilde{z}, \quad (40)$$

$$(P_T) = b + (P_{t-1} - b) \cdot e^{-a \cdot n}, \quad (41)$$

$$P_T^Y E(P_T) + \Phi^{-1}(\alpha) \cdot \sqrt{\sigma_E^2}, \quad (42)$$

kde  $\Phi^{-1}$  je inverzní funkce k distribuční funkci na hladině pravděpodobnosti  $\alpha$  a  $\sigma_E^2$  je empirický rozptyl určený z rovnice,

$$\sigma_E^2 = \frac{\sigma^2}{2 \cdot \alpha} \cdot (1 - e^{-2 \cdot \alpha \cdot n}). \quad (43)$$

### 2.3.3 Zohlednění korelací mezi náhodnými proměnnými

V aplikační části této práce se předpokládá, že se bude pracovat s Geometrickým Brownovým procesem s logaritmickými cenami, na jehož základech se simuluje budoucí vývoj jednotlivých rizikových faktorů pomocí metody Monte Carlo. V rámci použité metody Monte Carlo budou výnosy měn korelovány.

Korelační závislost můžeme vyjádřit koeficientem korelace,

$$\rho_{i,j} = \frac{\sigma_{i,j}}{\sigma_i \cdot \sigma_j}, \quad (44)$$

kde  $\sigma_{i,j}$  je kovariance a ve jmenovateli se nachází součin směrodatných odchylek dvou měn. Výsledkem jsou hodnoty v intervalu -1 až 1, tj. od záporné statistické závislosti do kladné statistické závislosti měn.

Kovarianci, která vyjadřuje statistickou závislost mezi počítanými proměnnými, lze vyjádřit ze vztahu,

$$\sigma_{i,j} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N [(L_{t,i} - \mu_i)(L_{t,j} - \mu_j)], \quad (45)$$

kde  $L_{t,x}$  je spojitý výnos měny a  $\mu_x$  je střední hodnota výnosu dané měny.

Vygenerovaná náhodná proměnná z normovaného – normálního rozdělení pravděpodobnosti musí být upravena tak, aby byla zohledněna korelace mezi proměnnými. Toho je docíleno využitím Choleskeho algoritmu, který vychází ze vztahu,

$$\tilde{z}_t^T = \tilde{z}_t \cdot P, \quad (46)$$

kde  $\tilde{z}_t$  je vektor nezávislých náhodných proměnných z rozdělení  $\Phi(0,1)$ ,  $P$  je horní trojúhelníková matice pro čtyři proměnné odvozená od kovariační matice  $C$  a  $\tilde{z}_t^T$  je transponovaný vektor  $\tilde{z}_t$ . Horní trojúhelníkovou matici pro 4 měny zjistíme z jejího obecného tvaru,

$$P = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \rho_{13} & \rho_{14} \\ 0 & \rho_{22} & \rho_{23} & \rho_{24} \\ 0 & 0 & \rho_{33} & \rho_{34} \\ 0 & 0 & 0 & \rho_{44} \end{bmatrix}. \quad (47)$$

Jednotlivé prvky matice jsou určeny dle následujících vztahů,

$$\rho_{11} = \sqrt{\sigma_{11}} = \sigma_1, \quad (48)$$

$$\rho_{12} = \frac{\sigma_{12}}{\rho_{11}} = \frac{\sigma_{12}}{\sigma_1}, \quad (49)$$

$$\rho_{13} = \frac{\sigma_{13}}{\rho_{11}}, \quad (50)$$

$$\rho_{14} = \frac{\sigma_{14}}{\rho_{11}}, \quad (51)$$

$$\rho_{22} = \sqrt{\sigma_{22} - \rho_{12}^2}, \quad (52)$$

$$\rho_{23} = \frac{1}{\rho_{22}} \cdot (\sigma_{23} - \rho_{12} \cdot \rho_{13}), \quad (53)$$

$$\rho_{24} = \frac{1}{\rho_{22}} \cdot (\sigma_{24} - \rho_{12} \cdot \rho_{14}) \quad (54)$$

$$\rho_{33} = \sqrt{\sigma_{33} - \rho_{13}^2 \cdot \rho_{23}^2}, \quad (55)$$

$$\rho_{34} = \frac{1}{\rho_{33}} \cdot (\sigma_{34} - \rho_{13} \cdot \rho_{14} \cdot \rho_{24} \cdot \rho_{24}), \quad (56)$$

$$\rho_{44} = \sqrt{\sigma_{44} - \rho_{13}^2 \cdot \rho_{23}^2 \cdot \rho_{24}^2}. \quad (57)$$

Dosazením do vztahu (46) lze vyjádřit rovnice pro 4 proměnné,

$$\vec{z}_1^T = (\tilde{z}_1 \cdot \rho_{11}) + (\tilde{z}_2 \cdot \rho_{12}) + (\tilde{z}_3 \cdot \rho_{13}) + (\tilde{z}_4 \cdot \rho_{14}), \quad (58)$$

$$\vec{z}_2^T = (\tilde{z}_1 \cdot \rho_{21}) + (\tilde{z}_2 \cdot \rho_{22}) + (\tilde{z}_3 \cdot \rho_{23}) + (\tilde{z}_4 \cdot \rho_{24}), \quad (59)$$

$$\vec{z}_3^T = (\tilde{z}_1 \cdot \rho_{31}) + (\tilde{z}_2 \cdot \rho_{32}) + (\tilde{z}_3 \cdot \rho_{33}) + (\tilde{z}_4 \cdot \rho_{34}), \quad (60)$$

$$\vec{z}_4^T = (\tilde{z}_1 \cdot \rho_{41}) + (\tilde{z}_2 \cdot \rho_{42}) + (\tilde{z}_3 \cdot \rho_{43}) + (\tilde{z}_4 \cdot \rho_{44}). \quad (61)$$

Výsledný tvar Brownova geometrického modelu je možné vyjádřit stochastickou rovnicí,

$$P_t = P_{t-1} \cdot e^{(\hat{\alpha} \cdot dt + \sigma \cdot \vec{z}_t^T \cdot \sqrt{dt})}, \quad (62)$$

kde výsledná hodnota zohledňuje korelaci mezi prvky a zpřesňuje tak výsledek analýzy.

## 2.4 Statistická verifikace modelu

V rámci statistické verifikace je cílem ověřit předpoklady základního souboru dat. Tyto předpoklady lze nazvat jako statistické hypotézy, tj. tvrzení o rozdělení náhodné veličiny.

Podstatou testů je získat informaci o statistické významnosti vypočtených parametrů daného modelu (t-test) nebo statistické významnosti modelu jako celku (F-test). Cesta vedoucí k rozhodnutí se nazývá testování hypotéz. Hypotéza, která potvrzuje nulové parametry, je označována jako nulová hypotéza, opakem je alternativní hypotéza.

### 2.4.1 Statistická významnost parametrů modelu

Statistická významnost jednotlivých parametrů se zjišťuje t – testem. Test je založen na předpokladu, že výběrový průměr z normálního rozdělení, od kterého se odpočítává střední hodnota toho rozdělení a vše je vyděleno výběrovou směrodatnou odchylkou, má Studentovo rozdělení pravděpodobnosti s  $df$ -stupněm volnosti,

$$t_{df} = \frac{\hat{\beta}_i - 0}{SE_{\hat{\beta}_i}}, \quad (63)$$

kde  $SE_{\hat{\beta}_i}$  je odhad směrodatné odchylky koeficientu  $\hat{\beta}_i$ .

Při samotném testování se postupuje tak, že je stanovena nulová a alternativní hypotéza. Hypotézy jsou testovány pomocí rozhodovacího pravidla. Nulová hypotéza  $H_0$  nejčastěji předpokládá, že jednotlivé proměnné jsou statisticky nevýznamné, tzn., že parametry jsou rovny nule. Alternativní hypotéza  $H_A$  pak vychází z opačného předpokladu, tzn., že proměnné jsou statisticky významné. Tyto vztahy mohou být zapsány jako,

$$H_0: \hat{\beta}_i = 0, \quad (64)$$

$$H_A: \hat{\beta}_i \neq 0. \quad (65)$$

V rámci tohoto testu se porovnává velikost statistiky  $t_{vyp}$  a statistiky  $t_{krit}$ , tzn.,

$$t_{vyp}^{df} = \frac{\hat{\beta}_i}{SE_{\hat{\beta}_i}}, \quad (66)$$

$$t_{krit}^{\alpha/2, df} = ST_{df}^{-1}(\alpha/2), \quad (67)$$

kde  $ST$  je distribuční funkce Studentova rozdělení a  $ST_{\alpha/2}^{-1}$  je inverzní funkce na hladině pravděpodobnosti  $\alpha/2$  se stupněm volnosti  $df$ . Statistika  $t_{krit}$  určuje percentil  $t$  – statistiky na dané hladině významnosti  $\alpha$  a statistika  $t_{vyp}$  odpovídá dané odhadované hodnotě  $\hat{\beta}_i$ .

Rozhodovacím pravidlem pro  $t$ -test je zamítnutí nebo přijetí nulové hypotézy. Zamítnutím nulové hypotézy a přijetím alternativní hypotézy lze znázornit pomocí pravidla – je-li  $|t_{df}^{vyp}| > t_{\alpha/2, df}^{krit}$ , pak nulovou hypotézu zamítáme. Nebo použijeme pravidlo, že když je  $P_{df} < \alpha$ , kde  $P_{df} = \alpha_{vyp} = ST_{df}(t_{df}^{vyp}) \cdot 2$ , potom se nulová hypotéza zamítá, tzn., že přepočtený koeficient leží v kritické oblasti, je statisticky významný a má být zařazen do odhadovaného modelu.

## 2.4.2 Statistická významnost modelu jako celku

Stejně jako u  $t$  – testu, tak se i v rámci statistické významnosti modelu jako celku stanovuje nulová hypotéza a alternativní hypotéza, která se přijímá v důsledku zamítnutí nulové hypotézy. Test je založený na skutečnosti, že tato statistika má  $F$  – rozdělení, tedy Fischerovo rozdělení pravděpodobnosti,

$$F = \frac{ESS/df_{ESS}}{RSS/df_{RSS}} = \frac{MS_{ESS}}{MS_{RSS}}, \quad (68)$$

kde  $ESS$  je rozptyl vysvětlený regresí,  $RSS$  je rozptyl přiřazen reziduálnímu rozptylu nevysvětlenému regresí,  $MS_{ESS}$  je průměrný vysvětlený rozptyl,  $MS_{RSS}$  je průměrný reziduální rozptyl,  $df_{ESS}$  a  $df_{RSS}$  jsou stupně volnosti přiřazené uvedeným rozptylům, přičemž pro ně platí vztah,

$$df_{ESS} = k + 1, \quad (69)$$

$$df_{RSS} = T - (k + 1), \quad (70)$$

kde  $k$  je počet nezávislých proměnných.

Nulová hypotéza testu předpokládá, že všechny koeficienty jsou rovné nule, tzn., že model je jako celek statisticky nevýznamný. Alternativní hypotézou se pak předpokládá, že alespoň jeden koeficient je nenulový a model je jako celek statisticky významný. Tyto vztahy mohou být zapsány jako,

$$H_0: \hat{\beta}_0 = \hat{\beta}_1 = 0, \quad (71)$$

$$H_A: \hat{\beta}_0 \neq \hat{\beta}_1 \neq 0. \quad (72)$$

Vyhodnocení statistické významnosti modelu pomocí  $F$  – testu je založeno na porovnávání hodnoty  $F_{vyp}$  a  $F_{krit}$ , tj.,

$$F_{df_{ESS}; df_{RSS}}^{vyp} = \frac{MS_{ESS}}{MS_{RSS}}, \quad (73)$$

$$F_{\alpha; df_{ESS}; df_{RSS}}^{krit} = FISH_{df_{ESS}; df_{RSS}}^{-1}(\alpha), \quad (74)$$

kde  $FISH$  je distribuční funkce Fischerova rozdělení a  $FISH_{df_{ESS}; df_{RSS}}^{-1}$  je inverzní funkce na hladině pravděpodobnosti  $\alpha$ .

Rozhodovacím pravidlem pro  $F$ -test je zamítnutí nebo přijetí nulové hypotézy. Zamítnutím nulové hypotézy a přijetím alternativní hypotézy lze znázornit pomocí pravidla; je-li  $F_{vyp}^{df_{ESS}; df_{RSS}} > F_{krit}^{\alpha; df_{ESS}; df_{RSS}}$ , pak nulovou hypotézu zamítáme, tzn., že odhadnutý model je statisticky významný. Také je možné použít pravidlo, je-li  $P_{df_{ESS}; df_{RSS}} < \alpha$ , kde  $P_{df_{ESS}; df_{RSS}} = \alpha_{vyp} = FISH_{df_{ESS}; df_{RSS}}(F_{vyp})$ , potom se nulová hypotéza zamítá.

## 2.5 Kvantifikace rizika

Nejpoužívanějším přístupem pro řízení finančních rizik je metodika VaR. Metoda je definována jako nejmenší predikovaná ztráta na dané hladině pravděpodobnosti za daný časový interval.

Rizikem se rozumí nejistota spojená s výskytem určité situace. V praxi existuje řada rizik:

- finanční riziko – neočekávaná ztráta, která je důvodem pro stanovení regulačního rizikově váženého kapitálu. Finančním riziko je také chápáno jako negativní proměnlivost finančního trhu,



- obchodní riziko – specifické riziko trhu a odvětví, v němž firma působí. Obchodní riziko zahrnuje řadu jiných rizik, např. riziko konkurence, reputace, pohromy, daňové, měnové konvertibility, aj.,
- strategické riziko – je způsobováno ekonomickými a politickými změnami prostředí,
- kreditní riziko – je charakterizováno neschopností institucí plnit své závazky.

## Finanční riziko<sup>4</sup>

Finanční rizika lze rozdělit následovně:

1. **Tržní riziko**, které se projevuje změnami cen aktiv a pasiv. V rámci tržního rizika se uplatňuje metodika VaR. Tržní riziko lze charakterizovat dalšími finančními riziky, která se liší podle citlivosti na změny jednotlivých nástrojů. Nejčastěji se jedná o riziko úrokové, měnové, akciové, komoditní, korelační a riziko úvěrového rozpětí.
2. **Úvěrové riziko**, které charakterizuje riziko ztráty v důsledku neschopnosti plnit sjednané podmínky kontraktu. Úvěrová rizika lze dále členit na přímá úvěrová rizika, rizika úvěrových ekvivalentů, změny úvěrového hodnocení, vypořádací rizika a rizika úvěrové angažovanosti.
3. **Likvidní riziko** je riziko ztráty v důsledku nedostatku hotovostních peněžních prostředky. Může mít dvě formy, a to riziko tržní likvidity a financování.
4. **Operační riziko** je riziko ztráty v důsledku chyb interních operačních systémů nebo osob, které s nimi pracují. Může mít různé formy, zejména transakční riziko, riziko operačního řízení a riziko systému.
5. **Právní riziko** vzniká v důsledku právní neprosaditelnosti kontraktu nebo porušení právních požadavků protistran.

### 2.5.1 Princip VaR

Metodika VaR odhaduje nejhorší ztrátu, ke které může dojít s předepsanou pravděpodobností ve stanoveném horizontu. Tato hodnota je následně používána k ocenění jednotlivých finančních rizik. Výsledky VaR mohou být využity nejrůznějšími způsoby:

- pro stanovení kapitálových požadavků,
- pro alokaci investičních prostředků,
- pro ohodnocení jednotlivých obchodníků,

---

<sup>4</sup> CIPRA, T.; *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 240 s. ISBN 978-80-86929-43-9.

- pro názornější a operativnější informovanost,
- pro řízení finančních rizik,
- pro integraci různých typů rizik do jedné hodnoty.

Metoda VaR specifikuje faktory, které musí být dopředu stanoveny. Mezi tyto faktory lze zařadit:

- časový horizont, který specifikuje, na jaké období se možná ztráta uvažuje. Časový horizont je ovlivněn řadou okolností, např. likvidita trhu, neměnnost portfolia nebo ověřitelnost výsledků,
- spolehlivost, která specifikuje, s jakou pravděpodobností nepřevýší skutečná ztráta očekávanou ztrátu.
- frekvenci pozorování,
- distribuční funkci, která musí být odhadnuta z daných dat,
- hodnotu finanční pozice, která odpovídá aktuálnímu tržnímu ocenění uvažovaného aktiva nebo portfolia.

Pravděpodobnost, že portfolio aktiv bude ziskové, vyjádřeno  $\Delta\tilde{\Pi}$ , a tento zisk bude menší než předem stanovená hladina zisku, bude rovna stanovené hladině pravděpodobnosti, resp. významnosti  $\alpha$ . Metoda VaR vyjadřuje ztrátu, přičemž víme, že zisk můžeme vyjádřit jako zápornou ztrátu, konkrétně jako,

$$Pr(\Delta\tilde{\pi} \leq zisk) = \alpha, \quad (75)$$

nebo také,

$$Pr(\Delta\tilde{\pi} \leq -VaR) = \alpha. \quad (76)$$

Hodnota VaR na bázi ztráty je pak vyjádřena vztahem,

$$Pr(\widetilde{ztráta} \geq ztráta) = \alpha, \quad (77)$$

nebo také,

$$Pr(\widetilde{ztráta} \geq VaR) = \alpha. \quad (78)$$

Předpokladem pro kritérium je, že rozdělení pravděpodobnosti je normální a také funkce náhodné veličiny je vždy lineární. VaR je pak možné odvodit ze vztahu (76), tj.  $Pr(\Delta\tilde{\pi} \leq -VaR) = \alpha$ . Pro zjednodušení kritéria je zaveden předpoklad, že se náhodná veličina vyvíjí podle náhodného rozdělení, tzn., že pro zavedení platí,

$$g = \Delta\tilde{\Pi} + VaR, \quad (79)$$

kde výsledkem je vztah,

$$Pr(\tilde{g} \leq 0) = \alpha. \quad (80)$$

Pro práci s normálním rozdělením se výše uvedený vztah znormuje. Je-li střední hodnota rovna 0 a rozptyl je roven 1, může být vztah vyjádřena jako,

$$Pr\left[\frac{\tilde{g} - E(\tilde{g})}{\sigma(\tilde{g})} \leq \frac{0 - E(\tilde{g})}{\sigma(\tilde{g})}\right] = \alpha. \quad (81)$$

Vzhledem k tomu, že pro distribuční funkci normovaného – normálního rozdělení platí, že  $Pr(\Delta\tilde{\pi} \leq z) = \alpha$ , což je možno zapsat jako  $\Phi(z) = \alpha$ , kdy s využitím inverzní funkce lze tento vztah zapsat jako  $z = \Phi^{-1}(\alpha)$ , je možno získat zpětnou substituci, kterou lze vyjádřit ze vztahu,

$$\frac{0 - E(\tilde{g})}{\sigma(\tilde{g})} = \Phi^{-1}(\alpha), \quad (84)$$

úpravou lze získat vztah,

$$-E(\tilde{g}) = \Phi^{-1}(\alpha) \cdot \sigma(\tilde{g}). \quad (85)$$

Po provedení výsledné zpětné substituci  $\tilde{g}$  lze vyjádřit vztah,

$$-VaR + E(\Delta\pi) = \Phi^{-1}(\alpha) \cdot \sigma(\tilde{g}), \quad (86)$$

který je v konečné fázi pro VaR vyjádřen následovně jako,

$$VaR = -E(\Delta\pi) - \Phi^{-1}(\alpha) \cdot \sigma(\Delta\pi). \quad (87)$$

## 2.5.2 Výpočet VaR

Určit riziko pomocí VaR je možno několika způsoby. Mezi základní způsoby lze zařadit zejména metodu simulace Monte Carlo, analytickou metodu a metodu historickou.

### Analytická metody

Tato metoda náleží do skupiny tzv. parametrických lineárních VaR modelů. Pracuje s normálním rozdělením výnosů, rizikových faktorů a portfolio je identifikováno jako lineární.

Pomocí parametrických lineárních modelů je při použití analytické formule, která souvisí s parametrickým rozdělením výnosů, možné vyčíslit hodnotu VaR. Tato metoda je efektivní a relativně rychlá a je vhodná spíše pro větší portfolia. V případě vícerozměrného lineárního VaR modelu jsou závislosti jednotlivých rizikových faktorů vyjádřeny korelacemi (vzájemnou závislostí).

## Historická metoda

Historická metoda neboli model historické simulace je metodou neparametrickou, která blíže nespecifikuje rozdělení rizikových faktorů. Je založena na historických datech a konstrukce VaR je prováděna na bázi převádění historického vývoje do současnosti.

Metoda je někdy také nazývána jako tzv. metoda šňěrování („bootstrapping“), neboť jejím důležitým předpokladem je aplikace současného (aktuálního) rozdělení na historická data.

Jednotlivé k-scénáře jsou vyčísleny z historických dat. K aplikaci zmíněné metody pro výpočet hodnoty VaR je zapotřebí velké množství historických dat a historická metoda je do jisté míry intuitivní.

## Simulace Monte Carlo

Simulace Monte Carlo je velmi flexibilním nástrojem měření rizika.

Jedním ze stěžejních kroků simulace Monte Carlo je existence tzv. pseudonáhodných čísel. Generování náhodných čísel je možno označit za proces, kdy jsou programem vytvořena náhodná čísla. Hodnota těchto čísel náleží do intervalu (0,1), každé  $i$ -té číslo je na  $j$ -tém nezávislé a neopakující se v daném algoritmu. Je však potřeba, aby platilo, že  $i \neq j$ .

Sekvence náhodných čísel je jedinečná, tzn., že při opakujících se pokusech generování náhodných čísel není možné dosáhnout stejného složení čísel.

Dalším důležitým krokem je výběr vhodného stochastického procesu, kterým je modelován pravděpodobný budoucí vývoj výnosů, cen aktiv, či kurzů měn atp. Jedním z vhodných procesů je Brownův proces.

Tato metoda je nejjednodušší z uvedených. Získaný výsledek by měl být srovnatelný jako při aplikování normální lineární VaR metody.

Samotná metoda Monte Carlo neboli stochastická simulace, se skládá ze tří kroků:

1. generování scénářů,
2. ocenění rizik,
3. shrnutí, ve kterém jsou vyjádřeny výsledky simulací a to buď v podobě rozdělení pravděpodobnosti, nebo stanovenou mírou rizika.

### 3 Popis podniku a jeho finančních toků

V následující kapitole je popsán podnik a jeho finanční toky. Pro zpracování aplikační části práce je popsána finanční situace v roce 2010 a charakterizován finanční plán pro rok 2011. Dále jsou charakterizovány důležité vlivy, které mají vliv na hospodářský výsledek, to je zejména velikost prodeje produkce do jednotlivých států a princip úvěrování činností společnosti.

#### 3.1 Popis společnosti

MIKA<sup>5</sup> a.s. vznikla v r.1992. Od počátku se zabývala výrobou vlasové kosmetiky a drogistických výrobků. Jsou zde zastoupeny přípravky sloužící k péči o lidské tělo a to jak preventivní, tak i léčebné. Od počátku své existence se zabývá výrobou vlasové a tělové kosmetiky. V současnosti vyrábí více jak 200 druhů kosmetických výrobků, technickou chemii, dezinfekční program pro zdravotnictví a instituce a dezinfekční program pro zemědělství a potravinářství.

Kosmetické výrobky a bytová chemie společnosti Mika a.s. se prodávají pod obchodními názvy KISS, Mikano, Mionall, Mika. Jsou to zejména vlasové šampony, sprchové gely, olejové lázně, pěny do koupele, gely a balzámy na vlasy, tekutá mýdla, denní krémy, přípravky na opalování, repelenty, panthenoly a čistící a prací prostředky.

Účelem je výroba cenově dostupné kvalitní kosmetiky s obsahem rostlinných výtažků. Všechny produkty jsou vyráběny podle vlastních receptur na základě nejnovějších vědeckých poznatků a výzkumů. Vývojová laboratoř sleduje kvalitu produktů i v průběhu výroby.

Firma má sídlo v České Třebové, kde je soustředěna výroba, a obchodní zastoupení v Praze a Bratislavě. V současné době se Mika, a. s. řadí mezi největší výrobce vlasové kosmetiky s ryze českým kapitálem.

Krédem společnosti je nabídnout zákazníkům účinné kosmetické výrobky s osvědčenými a účinnými přírodními látkami, které umožňují péči o vlasy a pokožku bez vedlejších účinků. Produkty jsou dermatologicky testovány a jsou vyráběny s ohledem na přirozenou hodnotu pH 5,5 pokožky lidského těla.

Mika a. s. má 55% podíl na základním kapitálu společnosti MIKABALT LITVA, 80% podíl na společnosti MIKA Bratislava s. r. o. Slovensko a 50% podíl na společnosti Orlickoústecká prádelna-čistírna s. r. o., Ústí nad Orlicí.

---

<sup>5</sup> <http://www.mikact.cz/>

V představenstvu společnosti jsou Ing. Lubomír Balhar, Miroslava Balharová a Ing. Jan Morávek. Dozorčí rada je tvořena třemi členy a to Bohuslavem Ročkem, Zdeňkem Číhalem a Oldřichem Matějkou.

Fyzické osoby s podílem vyšším než 20% v a. s. MIKA Česká Třebová jsou Ing. L. Balhar (65%) a M. Balharová (35%).

V oblasti investic byla společnost nucena, z důvodu celosvětové hospodářské krize a všeobecného útlumu výroby a prodeje, přijmout úsporná opatření dotýkající se všech druhů činností. Společnost se soustředila na zkvalitnění údržby stávajícího provozního a strojního zařízení.

### 3.2 Finanční toky společnosti

V roce 2010 zvýšila společnost svůj odbyt do zahraničí o 12%, ale současně se snížila poptávka na českém trhu o 13%. I s těmito změnami dosáhla společnost výborných výsledků, které byly stanoveny v jejich optimistickém plánu. Tržby podle dostupných informací společnosti (v době zpracování práce nebyly dostupné účetní závěrky za rok 2010) dosáhly 100 mil. Kč při snížených nákladech, které by se neměly příliš lišit od nákladů z roku 2009. V takovém případě společnost získala dostatek podnětů k tomu, aby zvýšila objem produkce, zejména do zahraničí. V roce 2011 proto navýší počet svých zaměstnanců a upraví své obchodní plány na rok 2011.

Úvěry, které společnost získává na krytí pohledávek, budou stejně jako v roce 2010 poskytovány i v následujícím roce. Jedná se o plné krytí pohledávek ze zahraničí úvěrem, kdy takovýmto způsobem získává společnost potřebné finanční prostředky pro provozní činnost. Úvěry mají podobu krátkodobých bankovních úvěrů na krytí pohledávek. Splácení úvěru je v souladu s uzavřenými smlouvami společnosti s bankou. Jedná se o tříměsíční intervaly mezi získáním úvěru a splacením.

Rok 2011 má být pro společnost příznivý. Podle obchodního plánu dojde opět k navýšení prodeje do zahraničí o dalších 12%, přičemž má být zachován pevný odbyt na domácím trhu. Zvýšení produkce s sebou nese zvýšení stavů pracovníků a tím i mírné navýšení osobních nákladů. Předpokládané navýšení pracovníků je zobrazeno v Tab. 2.

	2010			2011		
	počet	mzdy	soc + poj	počet	mzdy	soc + poj
Celkem	71	9 323 000	2 868 000	76	10 580 376	3 982 000
THP	16	3 185 000	1 014 000	16	4 095 936	1 496 000
Prodejci	5	1 047 000	330 000	5	1 273 080	676 000
Dělníci	50	5 090 000	1 524 000	55	5 211 360	1 810 000

Tab. 2 Plánovaná změna v počtu pracovníků

Obchodní plán společnosti odkazuje na rok 2007, jehož výsledků by mělo být docíleno v oblasti produkce i v roce 2011. V roce 2011 se počítá s tržbami v minimální výši 115 mil. Kč. Nákladové položky se budou oproti roku 2007 lišit pouze ve velikosti nákladů na jednotku produkce a nižšími mzdami. K tomu snižování bylo přikročeno v letech 2008 až 2009, kdy se společnost potýkala se sníženou poptávkou po produkci. Při zohlednění nižších nákladů by podle plánu neměli náklady převýšit hodnotu 111,5 mil. Kč.

Pro rok 2011 se počítá, že z celkových tržeb by bylo 30% v CZK (Česká koruna). Mnohem vyšší procento budou zastupovat tržby z Litvy (Litevský litas), kde se počítá z 35%. Další významnou položkou budou tržby v EUR (Euro), které budou tvořit zhruba 25% celkových tržeb. Zbylá procenta jsou rozdělena mezi Maďarský forint (HUF) se 4% a Bulharský lev (BGN) se 7%.

Tab. 3 zobrazuje stavy z VZZ od roku 1997. Společnost Mika a. s. vykazuje kladné výsledky hospodaření, až na výjimky v letech 2000 a 2008, kde byla společnost v poměrně velkých ztrátách. V roce 2000 tomu bylo z důvodu tvorby opravných položek na pohledávky o výši 10 066 tis. Kč a rozsáhlou investicí do nových výrobních prostorů. Rok 2008 byl ztrátový z důvodu výrazného poklesu poptávky po produkci společnosti.

Finanční výsledek hospodaření je vždy ztrátový z důvodu úvěrování obchodů společnosti. V roce 2009 snížila společnost tuto ztrátu, ale z dostupných zdrojů lze pro rok 2010 konstatovat, že došlo k návratu na hodnotu okolo 1 mil. Kč za rok.

	<b>Provozní výsledek hospodaření</b>	<b>Finanční výsledek hospodaření</b>	<b>Výsledek hospodaření za běžnou činnost</b>
<b>1997</b>	14 726 000	-3 480 000	6 813 000
<b>1998</b>	8 795 000	-4 451 000	2 400 000
<b>1999</b>	9 923 000	-2 610 000	5 283 000
<b>2000</b>	-7 760 000	-2 468 000	-10 142 000
<b>2001</b>	1 630 000	-2 025 000	-483 000
<b>2002</b>	10 217 000	-1 957 000	5 730 000
<b>2003</b>	6 479 000	-2 076 000	2 922 000
<b>2004</b>	4 803 000	-1 428 000	2 179 000
<b>2005</b>	5 115 000	-1 311 000	2 593 000
<b>2006</b>	6 082 000	-989 000	3 609 000
<b>2007</b>	2 911 000	-1 039 000	1 262 000
<b>2008</b>	-562 000	-1 019 000	-1 577 000
<b>2009</b>	1 813 000	-572 000	658 000

Tab. 3 Vybrané výsledky VZZ (CZK)

Tab. 4 zobrazuje cash – flow společnosti. Konečné stavy peněžních prostředků zde informují o kladných zůstatcích, což může výrazně změnit pohled na společnost. I přes ztráty, které je možné vidět v předcházející Tab. 4, dosahovala společnost kladných zůstatků.

	<b>PT z prov. činnosti</b>	<b>Čistý peněžní tok z provozní činnosti</b>	<b>Čistá <math>\Delta</math> PP</b>	<b>KSPP a PE na konci období</b>
<b>1998</b>	6 462 000	7 730 000	-2 121 000	4 063 000
<b>1999</b>	14 879 000	3 124 000	-307 000	3 756 000
<b>2000</b>	3 991 000	2 359 000	-127 000	3 629 000
<b>2001</b>	4 644 000	910 000	-1 218 000	2 411 000
<b>2002</b>	2 395 000	-3 792 000	3 171 000	5 582 000
<b>2003</b>	6 611 000	3 475 000	-3 351 000	2 231 000
<b>2004</b>	4 819 000	6 701 000	2 120 000	4 351 000
<b>2005</b>	6 375 000	2 456 000	228 000	4 579 000
<b>2006</b>	1 824 000	-9 458 000	484 000	4 963 000
<b>2007</b>	4 429 000	2 121 000	-59 000	4 904 000
<b>2008</b>	-337 000	-1 277 000	-2 054 000	2 850 000
<b>2009</b>	1 060 000	699 000	-359 000	2 491 000

Tab. 4 Vybrané výsledky cash – flow (CZK)



## 4 Odhad rizika finančních toků

V následujících podkapitolách budou odhadnuty jednotlivé rizikové faktory přímo ovlivňující běžný výsledek hospodaření. V tomto případě se jedná o kurzové a úrokové riziko, které vyplývá ze zahraničního obchodu společnosti na straně výstupů a úvěrování svých běžných činností společnosti.

Následně bude za předpokladu vzájemných vztahů zohledněna korelace mezi jednotlivými měnovými kurzy. Z takto upravených dat bude odhadován vývoj jednotlivých měnových kurzů pro rok 2011 a sestaven výkaz zisků a ztrát, na základě odhadnutých a poskytnutých dat. V závěru této kapitoly budou zobrazeny výsledky z metodologie EaR.

### 4.1 Popis rizikových faktorů

Hospodářské výsledky společnosti jsou ovlivňovány dvěma typy rizik. Jedná se zejména o měnové riziko na výstupu a úrokové riziko. Jelikož společnost není závislá na dodavateli ze zahraničí, nejsou hospodářské výsledky ovlivňovány rizikem na vstupu.

Pro odhad rizikových faktorů ovlivňujících provozní výsledek hospodaření byla získána historická časová řada 1746 denních kurzů CZK/EUR, CZK/LTL, CZK/HUF a CZK/BGN. Ty byly zjištěny ke konci každého dne od 2.1.2004 do 31.12.2010 a za účelem dalšího zpracování byl zjištěn týdenní klouzavý průměr těchto kurzů a to dle vztahu:

$$MA_n = \frac{1}{n} \sum_t^{t+n} P_i, \quad (88)$$

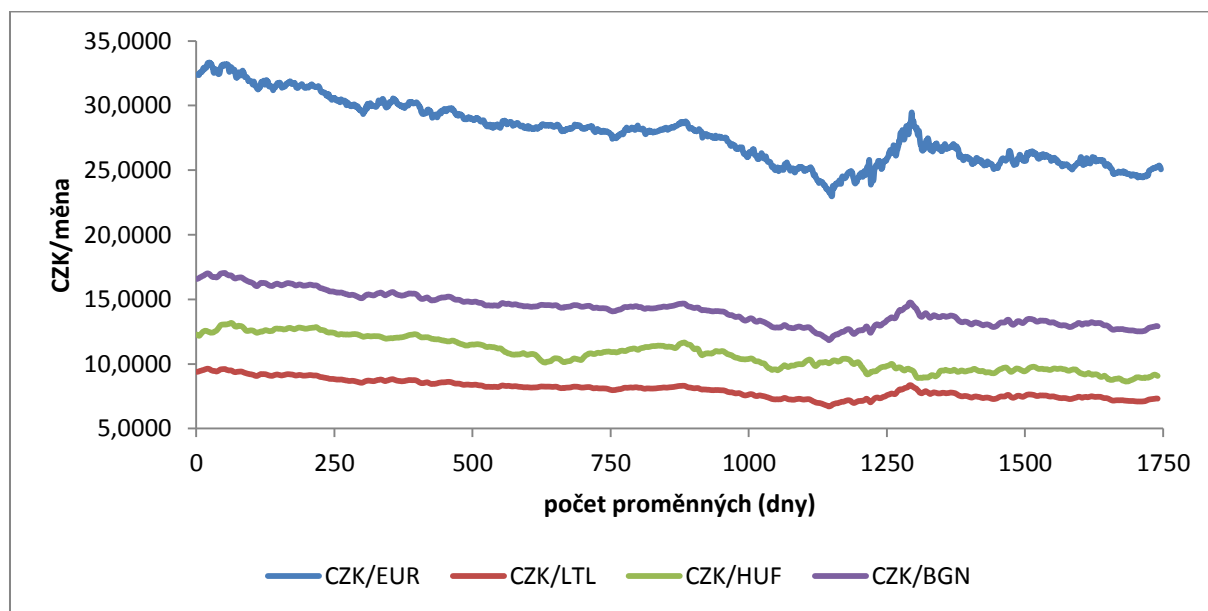
kde  $P_i$  jsou uzavírací hodnoty měnového kurzu a  $n$  je počet dnů, na které se klouzavý průměr počítá.

Vstupní data jsou ve zkrácené podobě zobrazena v Tab. 5.

CZK/EUR		CZK/LTL		CZK/HUF		CZK/BGN	
Denní	Týdenní	Denní	Týdenní	Denní	Týdenní	Denní	Týdenní
32,4000		9,3850		12,3700		16,5660	
32,3700		9,3730		12,3800		16,5510	
32,3750		9,3770		12,4360		16,5560	
32,3600		9,3710		12,3240		16,5480	
32,3650		9,3720		12,2730		16,5480	
32,5100		9,4160		12,1220		16,6220	
32,5750	32,4221	9,4350	9,3899	12,0530	12,2797	16,6620	16,5790
32,5550	32,4443	9,4280	9,3960	12,1370	12,2464	16,6500	16,5910
32,5750	32,4736	9,4350	9,4049	12,2530	12,2283	16,6610	16,6067
32,5900	32,5043	9,4370	9,4134	12,1850	12,1924	16,6650	16,6223
32,7100	32,5543	9,4740	9,4281	12,2480	12,1816	16,7260	16,6477

Tab. 5 Denní a týdenní kurzy měn. Zdroj: [www.cnb.cz](http://www.cnb.cz)

Graf 1 zobrazuje týdenní vývoj jednotlivých měnových kurzů. Z Grafu je patrná korelace mezi kurzy CZK/EUR, CZK/LTL a CZK/BGN.



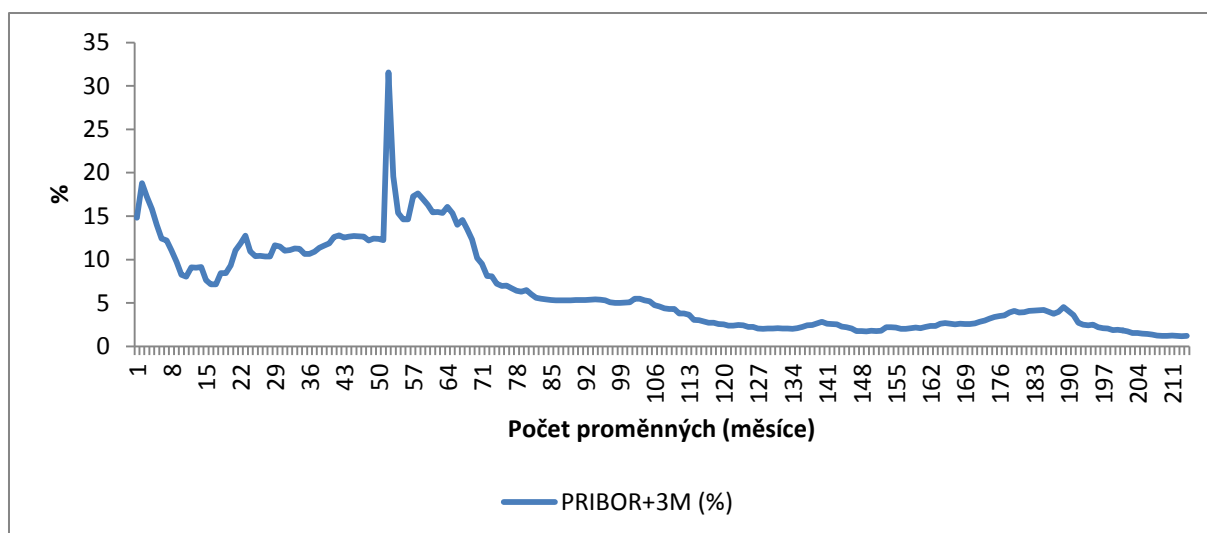
Graf 1 Vývoj jednotlivých týdenních kurzů

Měnové kurzy ovlivňují zejména provozní výsledek hospodaření. Pro odhad běžného výsledku hospodaření bude zapotřebí zjistit finanční výsledek hospodaření. Ten bude odhadnut na základě predikované hodnoty PRIBOR+3M, na jehož základě budou stanoveny budoucí hodnoty nákladových úroků z přijatých úvěrů. Časová řada je tvořena 216 měsíčními hodnotami PRIBOR+3M, tj. od 31.1.1993 do 31.12.2010. Tab. 6 zobrazuje zkrácené informace o ukazateli PRIBOR+3M.

PRIBOR+3M (%)							
<b>31. 1. 1993</b>	14,19	<b>31. 1. 2000</b>	5,41	<b>31. 1. 2005</b>	2,3	<b>31. 1. 2010</b>	1,55
<b>28. 2. 1993</b>	14,81	<b>29. 2. 2000</b>	5,36	<b>28. 2. 2005</b>	2,21	<b>28. 2. 2010</b>	1,47
<b>31. 3. 1993</b>	18,81	<b>31. 3. 2000</b>	5,33	<b>31. 3. 2005</b>	2,06	<b>31. 3. 2010</b>	1,44
<b>30. 4. 1993</b>	17,25	<b>30. 4. 2000</b>	5,33	<b>30. 4. 2005</b>	1,79	<b>30. 4. 2010</b>	1,38
<b>31. 5. 1993</b>	15,81	<b>31. 5. 2000</b>	5,32	<b>31. 5. 2005</b>	1,76	<b>31. 5. 2010</b>	1,24
<b>30. 6. 1993</b>	14	<b>30. 6. 2000</b>	5,33	<b>30. 6. 2005</b>	1,74	<b>30. 6. 2010</b>	1,23
<b>31. 7. 1993</b>	12,44	<b>31. 7. 2000</b>	5,35	<b>31. 7. 2005</b>	1,8	<b>31. 7. 2010</b>	1,22
<b>31. 8. 1993</b>	12,19	<b>31. 8. 2000</b>	5,34	<b>31. 8. 2005</b>	1,79	<b>31. 8. 2010</b>	1,24
<b>30. 9. 1993</b>	11,05	<b>30. 9. 2000</b>	5,36	<b>30. 9. 2005</b>	1,8	<b>30. 9. 2010</b>	1,21
<b>31. 10. 1993</b>	9,73	<b>31. 10. 2000</b>	5,39	<b>31. 10. 2005</b>	2,21	<b>31. 10. 2010</b>	1,2
<b>30. 11. 1993</b>	8,27	<b>30. 11. 2000</b>	5,43	<b>30. 11. 2005</b>	2,21	<b>30. 11. 2010</b>	1,23
<b>31. 12. 1993</b>	8,03	<b>31. 12. 2000</b>	5,4	<b>31. 12. 2005</b>	2,17	<b>31. 12. 2010</b>	1,22

Tab. 6 Vývoj ukazatele PRIBOR+3M (%). Zdroj: [www.cnb.cz](http://www.cnb.cz)

Graf 2 zobrazuje celkový vývoj ukazatele PRIBOR+3M. V posledních letech je patrný rovnoměrný vývoj bez velkých odchylek.



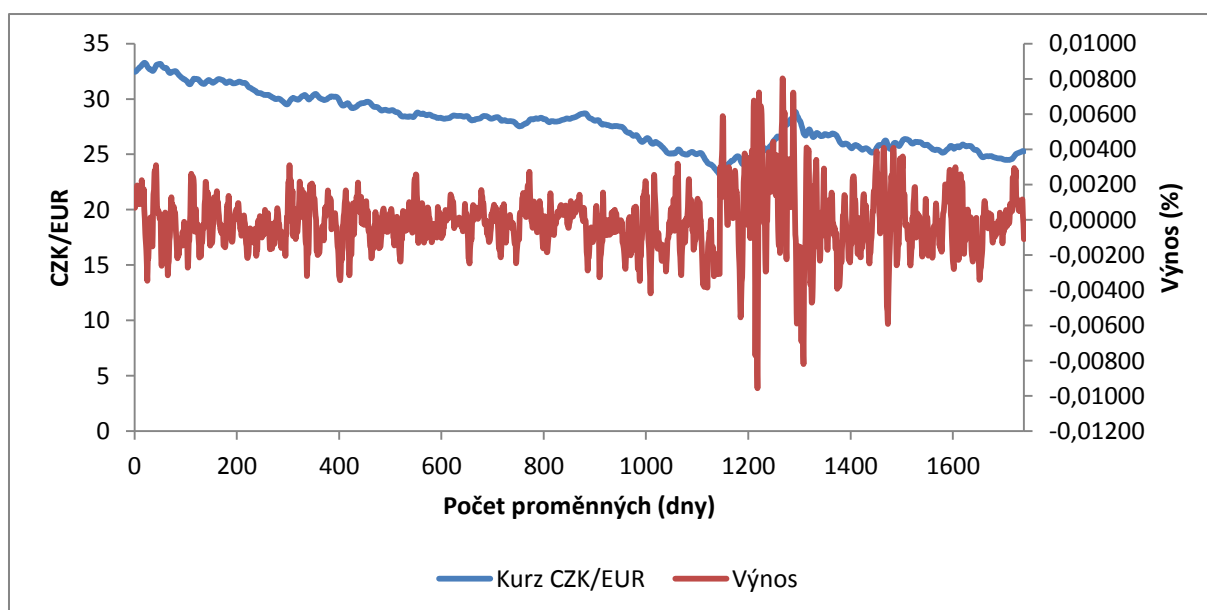
Graf 2 Vývoj ukazatele PRIBOR+3M

## 4.2 Odhad modelů rizikových faktorů

Při odhadu budoucího vývoje měnového kurzu a hodnoty PRIBOR+3M se předpokládá, že se vyvíjí buď podle Mean – Reversion procesu (MRM) nebo podle Geometrického Brownova procesu (GBM). Následně bude provedena statistická verifikace modelů a na základě výsledků bude jeden z nich doporučen k použití pro predikci.

### 4.2.1 Odhad modelu pro měnový kurz CZK/EUR

Pro využití k predikci je zapotřebí zjistit logaritmický výnos týdenních klouzavých průměru podle vztahu (3). Výsledné hodnoty zobrazuje Graf 3, ve kterém jsou patrné reakce výnosů na změnu ve vývoji měnového kurzu.



Graf 3 Vývoj týdenního kurzu a výnosu CZK/EUR

Po zjištění logaritmických výnosů je možné přikročit k odhadu MRM. Odhad parametrů je prováděn jak regresní metodou i pomocí nástroje ŘEŠITEL v programu MS Office Excel, přičemž oba přístupy vedly ke stejným výsledkům. Výsledné hodnoty jsou patrné z Obr. 1.

Regresní statistika	
Násobné R	0,04079
Hodnota spolehlivosti R	0,00166
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,00109
Chyba stř. hodnoty	0,00168
Pozorování	1739

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00001	0,00001	2,89442	0,08907
Rezidua	1737	0,00492	0,00000		
Celkem	1738	0,00493			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
$\alpha$	0,00066	0,00047	1,39140	0,16428	-0,00027
$\beta$	-2,88001E-05	0,00002	-1,70130	0,08907	-0,00006

Obr. 1 Regresní analýza MRM pro CZK/EUR

Následná analýza statistické významnosti, jejíž výsledky jsou zobrazeny v Tab. 7 říká, že jednotlivé parametry a model jako celek jsou statisticky nevýznamné. Model není v takovém případě použitelný pro predikci.

$T_{krit}$	2,24335	<	$T_{vyp}$	1,39140
$T_{krit}$	2,24335	<	$T_{vyp}$	-1,70130
$F_{krit}$	3,84681	<	$F_{vyp}$	2,89442
$\alpha$	0,05	>	P	0,16428
$\alpha$	0,05	>	P	0,08907

Tab. 7 Statistická verifikace MRM pro CZK/EUR

Jednotlivé hodnoty pro statistickou verifikaci jsou zjištěny pomocí funkcí v MS Excel (pro kritické hodnoty) a podle vztahů uvedených v kapitole 2.4 o statistické významnosti modelu.

Po zamítnutí MRM je možné přikročit ke stanovení a otestování Geometrického Brownova modelu s logaritmickými cenami. Výsledné hodnoty regresní analýzy jsou zobrazeny v Obr. 2.

Regresní statistika	
Násobné R	0,08814
Hodnota spolehlivosti R	0,00777
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,00719
Chyba stř. hodnoty	0,00168
Pozorování	1739

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00004	0,00004	13,60712	0,00023
Rezidua	1738	0,00492	0,00000		
Celkem	1739	0,00496			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
Hranice	0,00000				
$\alpha$	-5,33213E-06	0,00000	-3,68878	0,00023	-0,00001

Obr. 2 Regresní analýza GBP pro CZK/EUR

Následná statistická verifikace prokazuje významnost parametru i modelu jako celku. Tento model je vhodné doporučit pro predikci kurzu CZK/EUR. Výsledky testu jsou znázorněny v Tab. 8.

$T_{krit}$	2,24335	<	$T_{vyp}$	-3,68878
$F_{krit}$	3,84681	<	$F_{vyp}$	13,60712
$\alpha$	0,05000	>	P	0,00023

Tab. 8 Statistická verifikace GBP pro CZK/EUR

Tab. 9 zobrazuje jednotlivé parametry modelu. Hodnota  $\hat{\alpha}$  byla v tomto případě odhadnuta pomocí nástroje ŘEŠITEL, přičemž je totožná s odhadnutou hodnotou z regresní analýzy.

$\hat{\alpha}$	-5,33213E-06
$\Delta t$	1
$\hat{\sigma}$	0,16826%
$\sigma$	0,16826%
$\sum \varepsilon^2$	0,004923

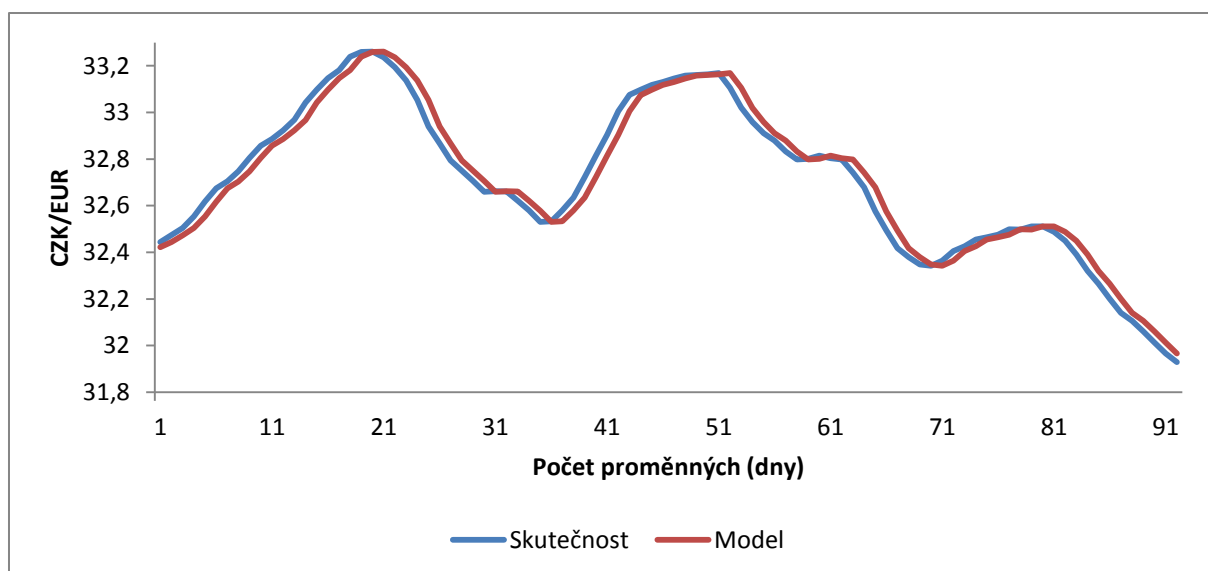
Tab. 9 Výsledné parametry modelu pro CZK/EUR

Hodnota parametru  $\hat{\alpha}$  je záporná. Jedná se tedy o klesající hodnotu CZK/EUR v čase, tzn., že hodnota EUR klesá a CZK se tedy zhodnocuje.

Výsledný GBP pro CZK/EUR, který bude použit pro predikování vývoje kurzu, má tvar,

$$kurz_t^{CZK/EUR} = kurz_{t-1}^{CZK/EUR} \cdot e^{(-5,33213E^{-6} + 0,0016826 \cdot d\tilde{z})}. \quad (89)$$

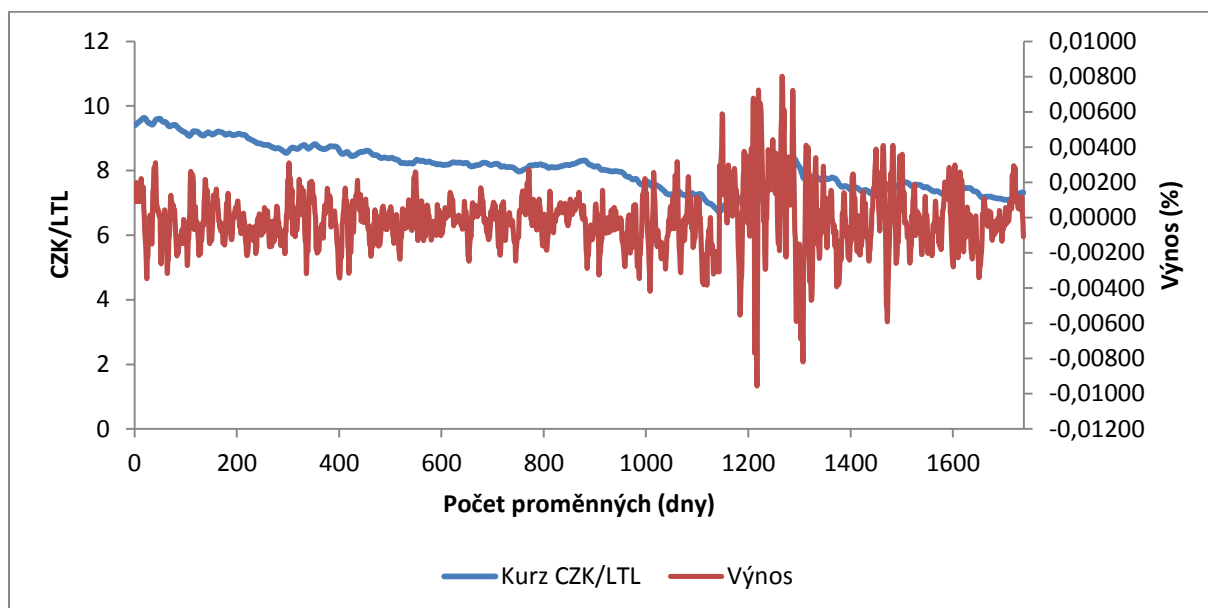
Graf 4 zobrazuje skutečný a modelovaný vývoj měnového kurzu.



Graf 4 Srovnání skutečného a modelového vývoje CZK/EUR

#### 4.2.2 Odhad modelu pro měnový kurz CZK/LTL

Stejně jako u předcházejícího kurzu i zde je zjištěna hodnota logaritmického výnosu kurzu CZK/LTL. Výsledný vztah vývoje týdenního klouzavého průměru a logaritmického výnosu je zachycen v Grafu 5.



Graf 5 Vývoj týdenního kurzu a výnosu CZK/LTL

Po zjištění logaritmických výnosů je možné přikročit k odhadu MRM. Výsledné hodnoty jsou patrné z Obr. 3.

Regresní statistika	
Násobné R	0,04077
Hodnota spolehlivosti R	0,00166
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,00109
Chyba stř. hodnoty	0,00168
Pozorování	1739

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00001	0,00001	2,89190	0,08920
Rezidua	1737	0,00492	0,00000		
Celkem	1738	0,00493			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
$\alpha$	0,00066	0,00047	1,39075	0,16448	-0,00027
$\beta$	-0,00010	0,00006	-1,70056	0,08920	-0,00021

Obr. 3 Regresní analýza MRM pro CZK/LTL

Následná analýza statistické významnosti, jejíž výsledky jsou zobrazeny v Tab. 10, říká, že jednotlivé parametry a model jako celek jsou statisticky nevýznamné. Model není v takovém případě použitelný pro predikci.

$T_{krit}$	2,24335	<	$T_{vyp}$	1,39075
$T_{krit}$	2,24335	<	$T_{vyp}$	-1,70056
$F_{krit}$	3,84681	<	$F_{vyp}$	2,89190
$\alpha$	0,05	>	P	0,16448
$\alpha$	0,05	>	P	0,08920

Tab. 10 Statistická verifikace MRM pro CZK/LTL

Po zamítnutí MRM je možné přikročit ke stanovení a testování Geometrického Brownova modelu s logaritmickými cenami. Výsledné hodnoty regresní analýzy jsou zobrazeny v Obr. 4.

Regresní statistika	
Násobné R	0,08811
Hodnota spolehlivosti R	0,00776
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,00719
Chyba stř. hodnoty	0,00168
Pozorování	1739

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00004	0,00004	13,59815	0,00023
Rezidua	1738	0,00493	0,00000		
Celkem	1739	0,00496			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
Hranice	0				
$\alpha$	-0,0000184	0,00000	-3,68757	0,00023	-0,00003

Obr. 4 Regresní analýza GBP pro CZK/LTL

Následná statistická verifikace prokazuje významnost parametru i modelu jako celku. Tento model je vhodné doporučit pro predikci kurzu CZK/LTL. Výsledky testu jsou znázorněny v Tab. 11.

<b>T<sub>krit</sub></b>	2,24334	<	<b>T<sub>vyp</sub></b>	-3,68757
<b>F<sub>krit</sub></b>	3,84681	<	<b>F<sub>vyp</sub></b>	13,59815
<b>α</b>	0,05	>	<b>P</b>	0,00023

Tab. 11 Statistická verifikace GBP pro CZK/LTL

Tab. 12 zobrazuje jednotlivé parametry modelu. Hodnota  $\hat{\alpha}$  byla v tomto případě odhadnuta pomocí nástroje ŘEŠITEL, přičemž je totožná s odhadnutou hodnotou z regresní analýzy.

<b><math>\hat{\alpha}</math></b>	-0,0000184
<b><math>\Delta t</math></b>	1
<b><math>\hat{\sigma}</math></b>	0,16801%
<b><math>\sigma</math></b>	0,16801%
<b><math>\sum \varepsilon^2</math></b>	0,0049258

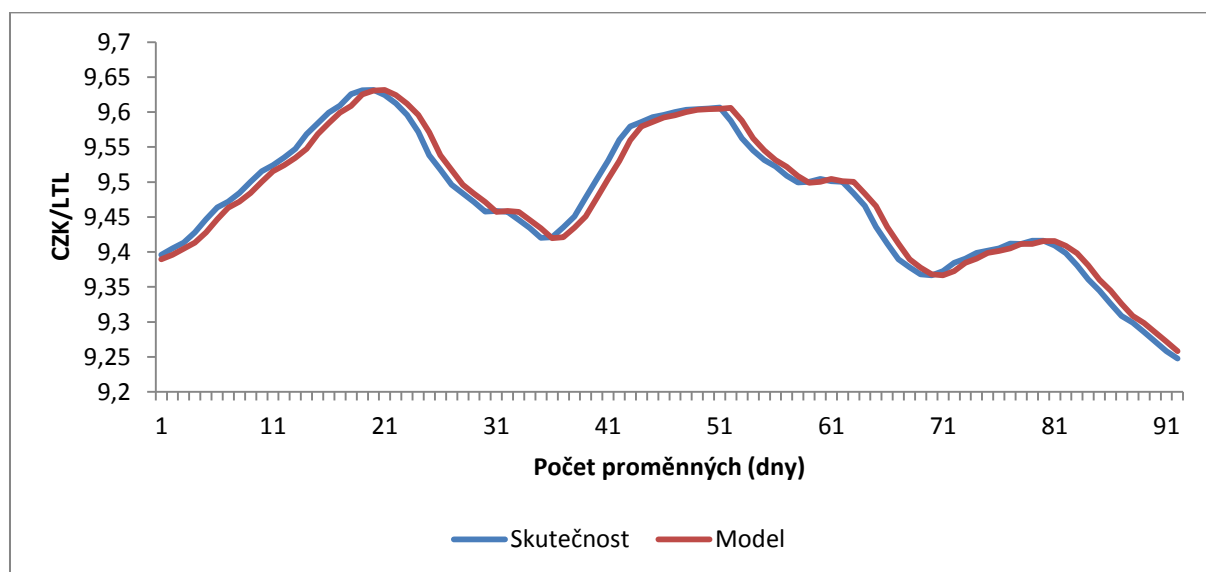
Tab. 12 Výsledné parametry modelu pro CZK/LTL

Hodnota parametru  $\hat{\alpha}$  je opět záporná. Jedná se tedy o klesající hodnotu CZK/LTL v čase, tzn. posilující hodnotu české koruny.

Výsledný GBP pro CZK/LTL, který bude použit pro predikování vývoje kurzu, má tvar,

$$kurz_t^{CZK/LTL} = kurz_{t-1}^{CZK/LTL} \cdot e^{(-0,0000184 + 0,0016801 \cdot d\check{z})}. \quad (90)$$

Graf 6 zobrazuje skutečný a modelovaný vývoj měnového kurzu.

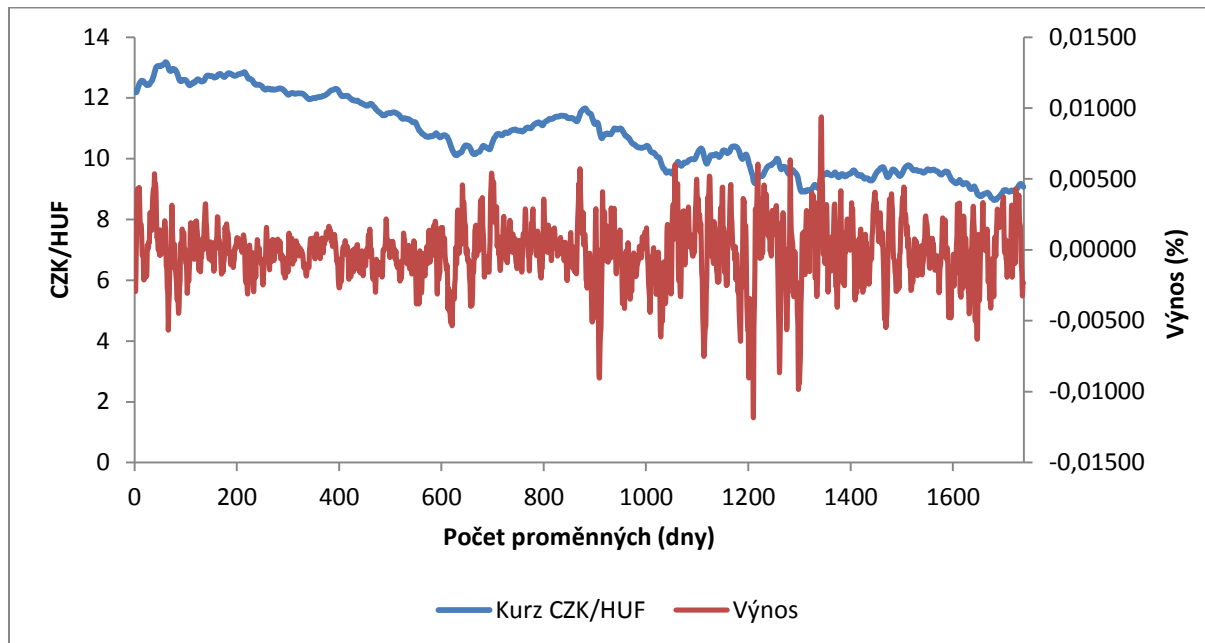


Graf 6 Srovnání skutečného a modelového vývoje CZK/LTL



### 4.2.3 Odhad modelu pro měnový kurz CZK/HUF

V rámci odhadu modelu pro měnový kurz CZK/HUF je zjištěna hodnota logaritmického výnosu kurzu. Výsledný vztah vývoje týdenního klouzavého průměru a logaritmického výnosu je zachycen v Grafu č. 7.



Graf 7 Vývoj týdenního kurzu a výnosu CZK/HUF

Po zjištění logaritmických výnosů je možné přikročit k odhadu MRM. Výsledné hodnoty jsou patrné z Obr. 5.

Regresní statistika	
Násobné R	0,00040
Hodnota spolehlivosti R	0,00000
Nastavená hodnota spolehlivosti R	-0,00058
Chyba stř. hodnoty	0,00218
Pozorování	1739

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00000	0,00000	0,00027	0,98678
Rezidua	1737	0,00828	0,00000		
Celkem	1738	0,00828			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
$\alpha$	-0,000181501	0,00046	-0,39625	0,69197	-0,00108
$\beta$	6,51393E-07	0,00004	0,01657	0,98678	-0,00008

Obr. 5 Regresní analýza MRM pro CZK/HUF

Následná analýza statistické významnosti, jejíž výsledky jsou zobrazeny v Tab. 13, říká, že jednotlivé parametry a model jako celek jsou statisticky nevýznamné. Model není v takovém případě použitelný pro predikci.

<b>T<sub>krit</sub></b>	2,24335	<	<b>T<sub>vyp</sub></b>	-0,39625
<b>T<sub>krit</sub></b>	2,24335	<	<b>T<sub>vyp</sub></b>	0,01657
<b>F<sub>krit</sub></b>	3,84681	<	<b>F<sub>vyp</sub></b>	0,00027
<b>α</b>	0,05	>	<b>P</b>	0,69197
<b>α</b>	0,05	>	<b>P</b>	0,98678

Tab. 13 Statistická verifikace MRM pro CZK/HUF

Po zamítnutí MRM je možné přikročit ke stanovení a otestování Geometrického Brownova modelu s logaritmickými cenami. Výsledné hodnoty regresní analýzy jsou zobrazeny v Obr. 6.

Regresní statistika	
Násobné R	0,07890
Hodnota spolehlivosti R	0,00623
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,00565
Chyba stř. hodnoty	0,00218
Pozorování	1739

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00005	0,00005	10,88760	0,00099
Rezidua	1738	0,00828	0,00000		
Celkem	1739	0,00833			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
Hranice	0				
<b>α</b>	-0,000016	0,00000	-3,29964	0,00099	-0,00003

Obr. 6 Regresní analýza GBP pro CZK/HUF

Následná statistická verifikace prokazuje významnost parametru i modelu jako celku. Tento model je vhodné doporučit pro predikci kurzu CZK/HUF. Výsledky testu jsou znázorněny v Tab. 14.

<b>T<sub>krit</sub></b>	2,24335	<	<b>T<sub>vyp</sub></b>	-3,29964
<b>F<sub>krit</sub></b>	3,84681	<	<b>F<sub>vyp</sub></b>	10,88760
<b>α</b>	0,05	>	<b>P</b>	0,00099

Tab. 14 Statistická verifikace GBP pro CZK/HUF

Tab. 15 zobrazuje jednotlivé parametry modelu. Hodnota  $\hat{\alpha}$  byla v tomto případě odhadnuta pomocí nástroje ŘEŠITEL, přičemž je totožná s odhadnutou hodnotou z regresní analýzy.

$\hat{\alpha}$	-0,000016
$\Delta t$	1
$\hat{\sigma}$	0,21823%
$\sigma$	0,21823%
$\sum \varepsilon^2$	0,00828

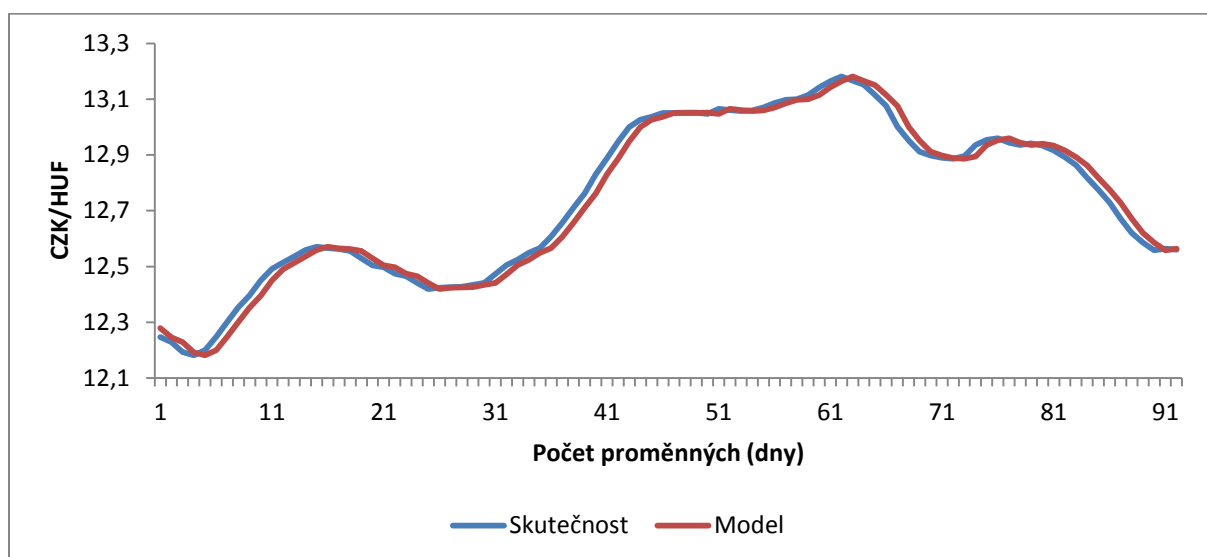
Tab. 15 Výsledné parametry modelu pro CZK/HUF

Hodnota parametru  $\hat{\alpha}$  je stejně jako u dvou předchozích modelů záporná. Jedná se opět o klesající hodnotu CZK/HUF v čase, tzn. posilující hodnotu české koruny.

Výsledný GBP pro CZK/HUF, který bude použit pro predikování vývoje kurzu, má tvar,

$$kurz_t^{CZK/HUF} = kurz_{t-1}^{CZK/HUF} \cdot e^{(-0,000016+0,0021823 \cdot d\hat{z})}. \quad (91)$$

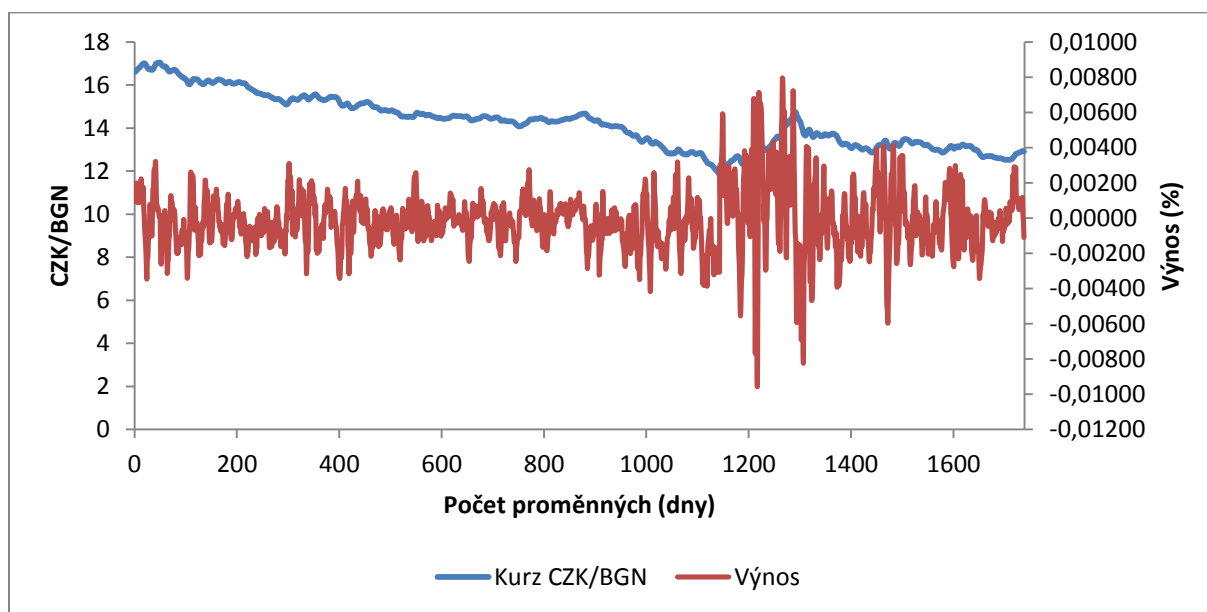
Graf 8 zobrazuje skutečný a modelovaný vývoj měnového kurzu.



Graf 8 Srovnání skutečného a modelového vývoje CZK/HUF

#### 4.2.4 Odhad modelu pro měnový kurz CZK/BGN

Posledním analyzovaným měnovým kurzem je CZK/BGN. I zde je zapotřebí zjistit hodnotu logaritmického výnosu kurzu. Výsledný vztah vývoje týdenního klouzavého průměru a logaritmického výnosu je zachycen v Grafu 9.



Graf 9 Vývoj týdenního kurzu a výnosu CZK/BGN

Po zjištění logaritmických výnosů je možné přikročit k odhadu MRM. Výsledné hodnoty jsou patrné z Obr. 7.

Regresní statistika	
Násobné R	0,04040
Hodnota spolehlivosti R	0,00163
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,00106
Chyba stř. hodnoty	0,00169
Pozorování	1739

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00001	0,00001	2,83952	0,09215
Rezidua	1737	0,00494	0,00000		
Celkem	1738	0,00495			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
$\alpha$	0,000647109	0,00047	1,37399	0,16962	-0,00028
$\beta$	-5,55799E-05	0,00003	-1,68509	0,09215	-0,00012

Obr. 7 Regresní analýza MRM pro CZK/BGN

Následná analýza statistické významnosti, jejíž výsledky jsou zobrazeny v Tab. 16, říká, že jednotlivé parametry a model jako celek jsou statisticky nevýznamné. Model není v takovém případě použitelný pro predikci.

$T_{krit}$	2,24335	<	$T_{vyp}$	1,37399
$T_{krit}$	2,24335	<	$T_{vyp}$	-1,68509
$F_{krit}$	3,84681	<	$F_{vyp}$	2,83952
$\alpha$	0,05	>	P	0,16962
$\alpha$	0,05	>	P	0,09215

Tab. 16 Statistická verifikace MRM pro CZK/BGN

Po zamítnutí MRM je možné přikročit ke stanovení a otestování Geometrického Brownova modelu s logaritmickými cenami. Výsledné hodnoty regresní analýzy jsou zobrazeny v Obr. 8.

Regresní statistika	
Násobné R	0,08798
Hodnota spolehlivosti R	0,00774
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,00716
Chyba stř. hodnoty	0,00169
Pozorování	1739

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00004	0,00004	13,55707	0,00024
Rezidua	1738	0,00494	0,00000		
Celkem	1739	0,00498			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
Hranice	0				
$\alpha$	-0,0000104	0,00000	-3,68199	0,00024	-0,00002

Obr. 8 Regresní analýza GBP pro CZK/BGN

Následná statistická verifikace prokazuje významnost parametru i modelu jako celku. Tento model je vhodné doporučit pro predikci kurzu CZK/BGN. Výsledky testu jsou znázorněny v Tab. 17.

$T_{krit}$	2,24334	<	$T_{vyp}$	-3,68199
$F_{krit}$	3,84681	<	$F_{vyp}$	13,55707
$\alpha$	0,05	>	$P$	0,00024

Tab. 17 Statistická verifikace GBP pro CZK/BGN

Tab. 18 zobrazuje jednotlivé parametry modelu. Hodnota  $\hat{\alpha}$  byla v tomto případě odhadnuta pomocí nástroje ŘEŠITEL, přičemž je totožná s odhadnutou hodnotou z regresní analýzy.

$\hat{\alpha}$	-0,0000104
$\Delta t$	1
$\hat{\sigma}$	0,16860%
$\sigma$	0,16860%
$\sum \varepsilon^2$	0,0049434

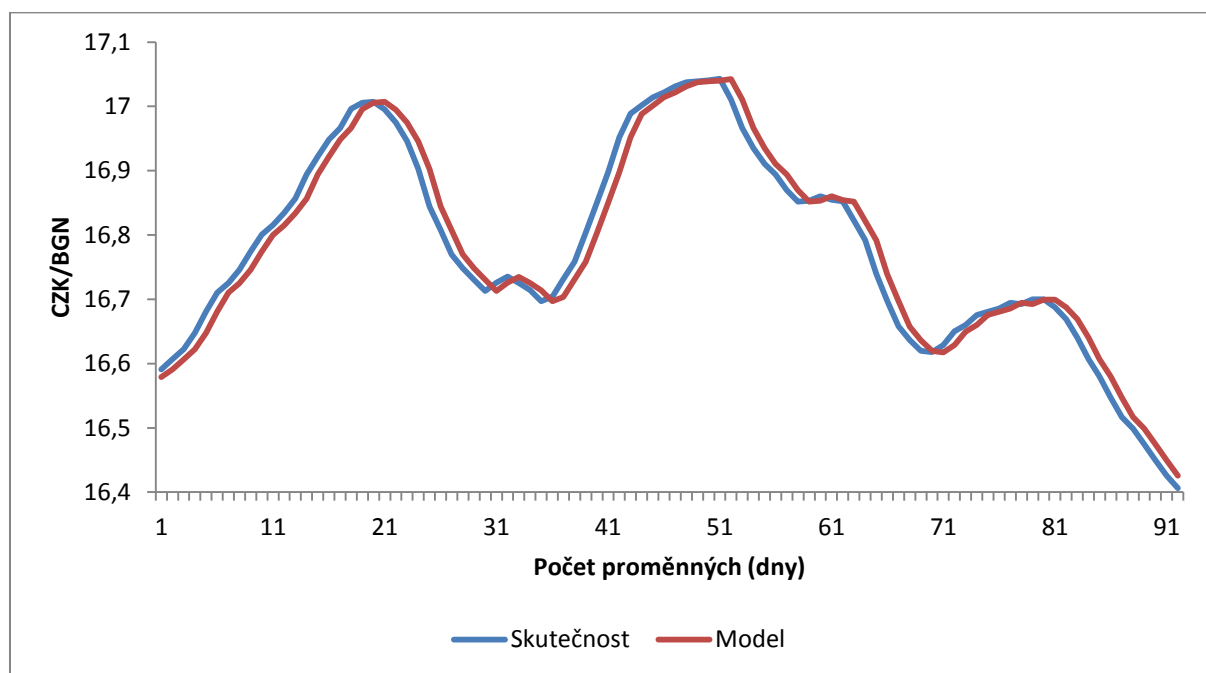
Tab. 18 Výsledné parametry modelu pro CZK/BGN

Hodnota parametru  $\hat{\alpha}$  je jako u všech předcházejících měnových kurzů klesající, to ukazuje na posilující hodnotu české koruny.

Výsledný GBP pro CZK/BGN, který bude použit pro predikování vývoje kurzu, má tvar,

$$kurz_t^{CZK/BGN} = kurz_{t-1}^{CZK/BGN} \cdot e^{(-0000104+0,001686 \cdot d\check{z})}. \quad (92)$$

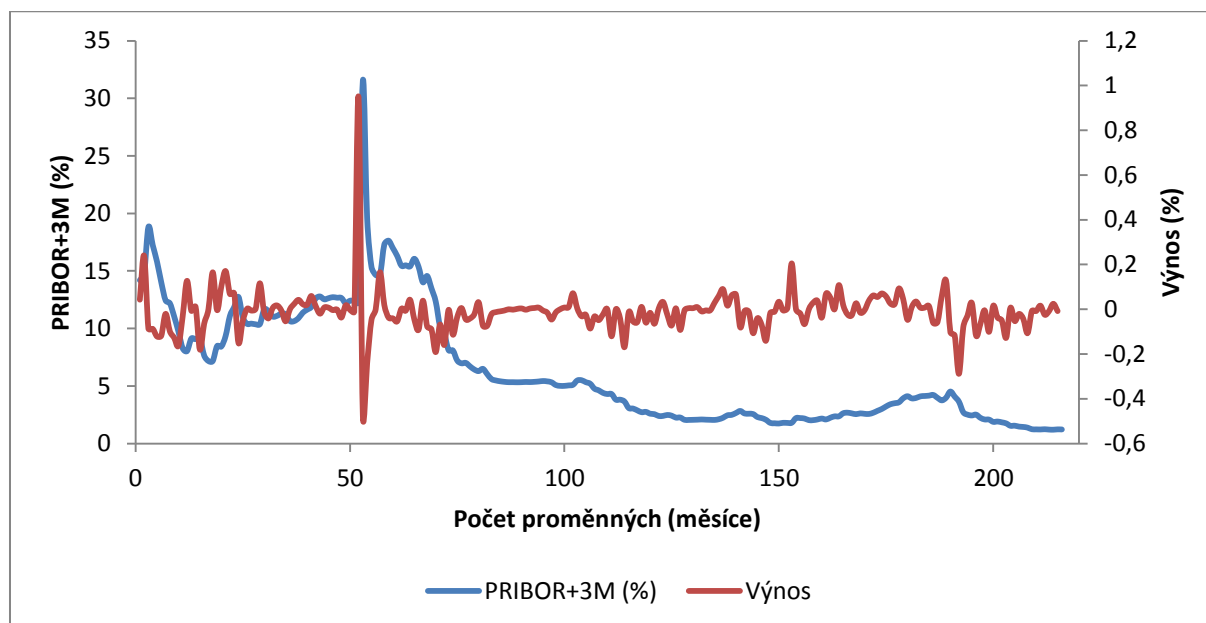
Graf 10 zobrazuje skutečný a modelovaný vývoj měnového kurzu.



Graf 10 Srovnání skutečného a modelového vývoje CZK/BGN

#### 4.2.5 Odhad modelu pro ukazatel PRIBOR+3M

Pro stanovení parametrů modelu je zapotřebí, stejně jako u měnových kurzů, zjistit spojitý výnos. Graf 11 zobrazuje vztah vývoje ukazatele PRIBOR+3M a spojitého výnosu.



Graf 11 Vývoj kurzu a výnosu PRIBOR+3M (%)

Po zjištění spojitých výnosů lze přikročit k odhadu parametrů MRM. Opět je využito regresní analýzy a nástroje ŘEŠITEL.

Regresní statistika	
Násobné R	0,11214
Hodnota spolehlivosti R	0,01257
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,00794
Chyba stř. hodnoty	0,09943
Pozorování	215

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,02682	0,02682	2,71258	0,10103
Rezidua	213	2,10589	0,00989		
Celkem	214	2,13271			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
$\alpha$	0,00301	0,01108	0,27185	0,78600	-0,01882
$\beta$	-0,00223	0,00135	-1,64699	0,10103	-0,00490

Obr. 9 Regresní analýza MRM pro ukazatel PRIBOR+3M

V Tab. 19 jsou výsledky pro hodnocení statistické významnosti jednotlivých parametrů a modelu jako celku. S využitím poznatků z kapitoly 2.4 o statistické významnosti může být stanoven závěr, že parametry a model jako celek jsou statisticky nevýznamné.

$T_{krit}$	2,25728	<	$T_{vyp}$	0,27185
$T_{krit}$	2,25728	<	$T_{vyp}$	-1,64700
$F_{krit}$	3,88527	<	$F_{vyp}$	2,71258
$\alpha$	0,05	>	$P$	0,78600
$\alpha$	0,05	>	$P$	0,10103

Tab. 19 Statistická verifikace MRM pro ukazatel PRIBOR+3M

Na základě posouzení statistické významnosti je MRM zamítnut. Další možností je GBP s logaritmickými cenami. Výsledky regresní analýzy v rámci GBP zobrazuje Obr. 12.

Regresní statistika	
Násobné R	0,15822
Hodnota spolehlivosti R	0,02503
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,02036
Chyba stř. hodnoty	0,09922
Pozorování	215

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,05409	0,05409	5,49479	0,01999
Rezidua	214	2,10662	0,00984		
Celkem	215	2,16072			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%
Hranice	0				
$\alpha$	-0,00194	0,00083	-2,34410	0,01999	-0,00357

Obr. 10 Regresní analýza GBP pro ukazatel PRIBOR+3M

V Tab. 20 jsou zobrazeny výsledné hodnoty pro posouzení statistické významnosti. Testem je potvrzena statistická významnost parametrů i modelu jako celku, proto je možné doporučit model GBP k predikci ukazatele PRIBOR+3M.

$T_{krit}$	2,25728	<	$T_{vyp}$	-2,34410
$F_{krit}$	3,88528	<	$F_{vyp}$	5,49479
$\alpha$	0,05	>	$P$	0,01999

Tab. 20 Statistická verifikace GBP pro CZK/LTL

Pomocí nástroje ŘEŠITEL byla získána hodnota  $\hat{\alpha}$ , která je totožná s hodnotou z regresní analýzy. Konečné parametry pro následné využití v modelu jsou uvedeny v Tab. 21.

$\hat{\alpha}$	-0,00194
$\Delta t$	1
$\hat{\sigma}$	3,48052%
$\sigma$	3,48052%
$\sum \varepsilon^2$	2,106624

Tab. 21 Výsledné parametry modelu pro ukazatel PRIBOR+3M

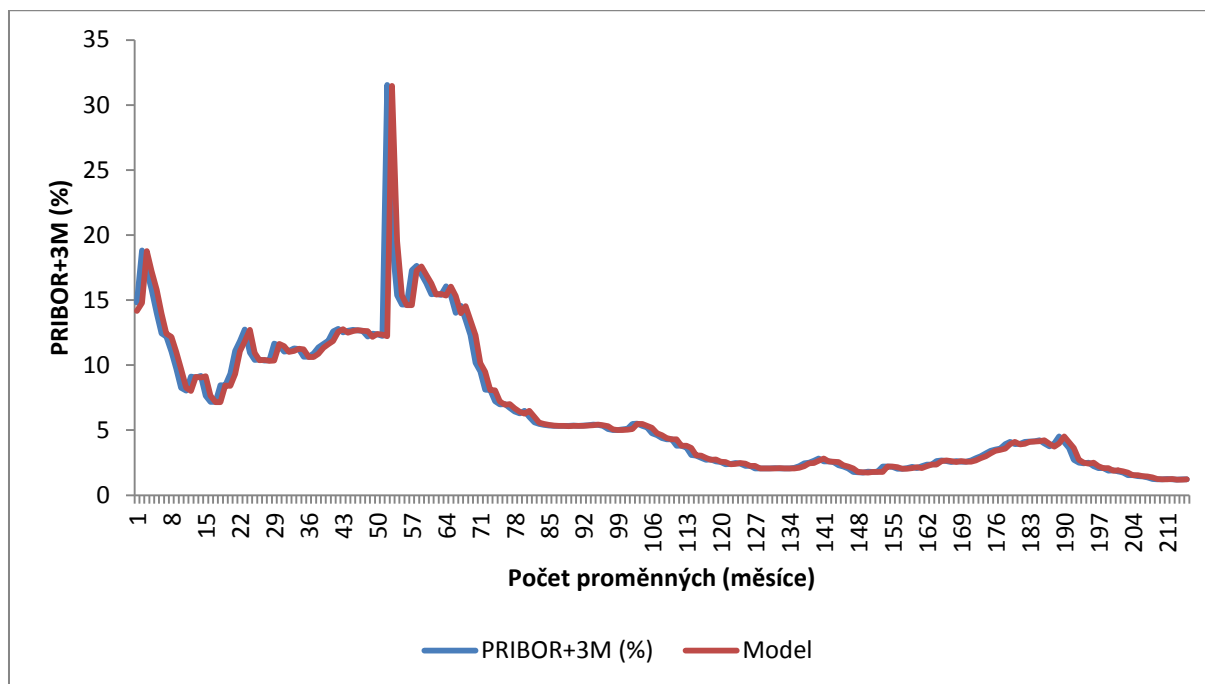
Výsledná podoba Vašíčkova modelu je,

$$PRIBOR_t = PRIBOR_{t-1} - 0,00194 + 0,0348052 \cdot d\tilde{z}. \quad (93)$$

V případě použití CIR je podoba modelu následující,

$$PRIBOR_t = PRIBOR_{t-1} - 0,00194 + 0,0348052 \cdot \sqrt{PRIBOR_{t-1}} \cdot d\tilde{z}. \quad (94)$$

Následující Graf 12 zobrazuje skutečný a modelovaný vývoj ukazatele PRIBOR+3M.



Graf 12 Srovnání skutečného a modelového vývoje ukazatele PRIBOR+3M

### 4.3 Predikce rizikových faktorů

Z výsledků předcházející kapitoly lze konstatovat, že všechny rizikové faktory se vyvíjejí dle GBP. Postup pro predikci jednotlivých měnových kurzů je následující:

1. Generování náhodných proměnných za pomoci nástroje GENERÁTOR PSEUDONÁHODNÝCH ČÍSEL. Počet proměnných je 52, což je počet týdnů, po které probíhá predikce, a počet scénářů bude 1000. Náhodné proměnné jsou generovány pro každou měnu zvlášť.
2. Zohlednění korelace podle předpokladu uvedeného v kapitole 2.3.3. Pro zohlednění vzájemných korelací mezi jednotlivými měnami je využita Choleskeho matice (viz. kapitola 4.3.1.) a jsou stanoveny nové nezávislé náhodné hodnoty dle vztahů (58) až (61).
3. Predikce vývoje rizikových faktorů dle zvoleného modelu a se zohledněním korelací mezi jednotlivými měnovými kurzy (viz. kapitoly 4.3.2 až 4.3.5).



### 4.3.1 Odvození Choleskeho matice

Tab. 22 zobrazuje korelační matici. Ve všech případech je vidět silná korelace mezi měnovými páry. Litevský litas má úplnou pozitivní korelaci k Euru, což je způsobeno fixací této měny před přijetím Eura v Litvě.

	CZK/EUR	CZK/LTL	CZK/HUF	CZK/BGN
CZK/EUR	1	1,00000	0,90122	0,99993
CZK/LTL	1,00000	1	0,90125	0,99993
CZK/HUF	0,90122	0,90125	1	0,90106
CZK/BGN	0,99993	0,99993	0,90106	1

Tab. 22 Korelační matice

Tab. 23 zobrazuje kovariační matici, která vychází z korelační matice. Její zpracování je dalším krokem pro sestavení Choleskeho matice.

	CZK/EUR	CZK/LTL	CZK/HUF	CZK/BGN
CZK/EUR	0,00015	0,00106	0,00124	0,00106
CZK/LTL	0,00106	0,00763	0,00894	0,00766
CZK/HUF	0,00124	0,00894	0,01288	0,00896
CZK/BGN	0,00106	0,00766	0,00896	0,00769

Tab. 23 Kovariační matice

Tab. 24 zobrazuje výsledné hodnoty Choleskeho matice. Jednotlivé položky byly zjištěny dle vztahů (48) až (57).

	CZK/EUR	CZK/LTL	CZK/HUF	CZK/BGN
CZK/EUR	0,012133	0,087366	0,102269	0,087667
CZK/LTL	0,000000	0,000029	0,010565	0,000057
CZK/HUF	0,000000	0,000000	0,048028	0,186655
CZK/BGN	0,000000	0,000000	0,000000	0,087673

Tab. 24 Choleskeho matice

Po zjištění jednotlivých prvků Choleskeho matice a jejich následného využití pro zohlednění korelací mezi náhodnými proměnnými jednotlivých měn lze přikročit k samotné predikci jednotlivých kurzů pro rok 2011.

### 4.3.2 Odhad vývoje CZK/EUR

K odhadu vývoje měnového kurzu CZK/EUR je využit vztah (89), který vychází z GBP. Vstupní údaje pro predikci jsou zobrazeny v Tab. 25.

$P_{T0}$	25,26
$\hat{\alpha}$	-0,00053%
$\sigma$	0,16826%
$\Delta t$	1

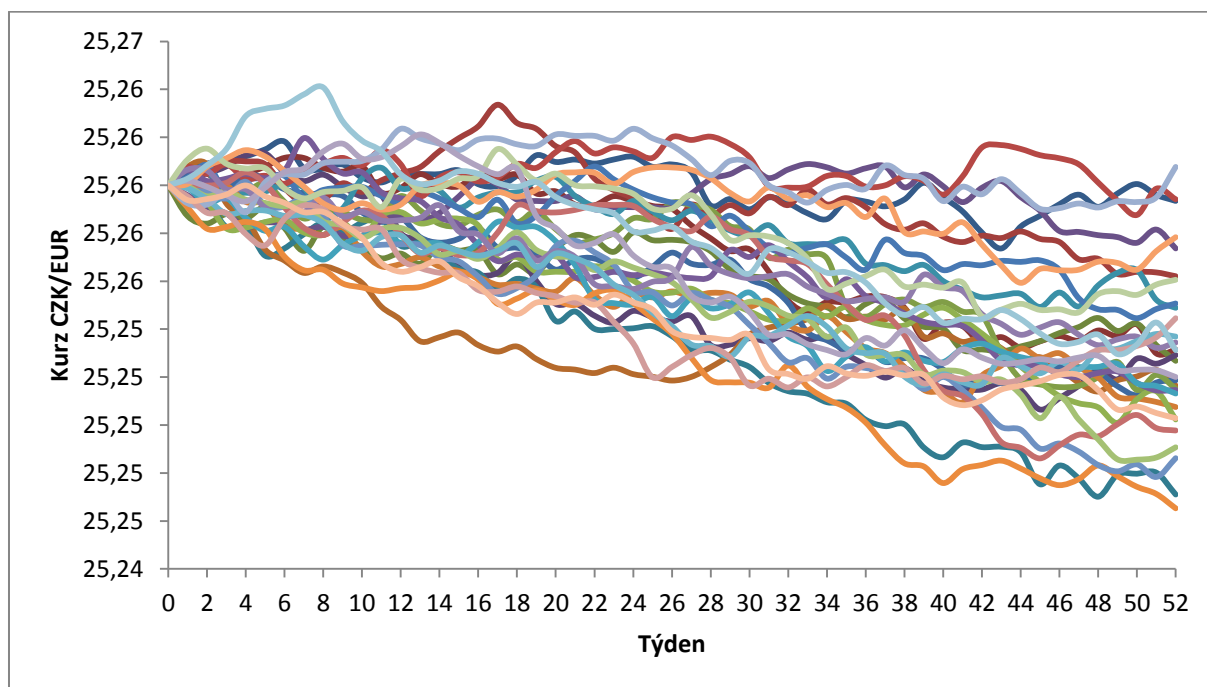
Tab. 25 Vstupní data CZK/EUR

Tab. 26 zobrazuje výsledné hodnoty pro prvních deset týdnů a deset scénářů.

		týdny										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
scénáře	1	25,26	25,2607	25,2609	25,2611	25,2612	25,2615	25,2618	25,2607	25,2607	25,2609	25,2603
	2	25,26	25,2607	25,2605	25,2600	25,2604	25,2608	25,2611	25,2611	25,2607	25,2606	25,2608
	3	25,26	25,2587	25,2584	25,2588	25,2586	25,2591	25,2582	25,2573	25,2583	25,2577	25,2574
	4	25,26	25,2604	25,2605	25,2608	25,2613	25,2613	25,2605	25,2602	25,2604	25,2599	25,2595
	5	25,26	25,2594	25,2593	25,2583	25,2583	25,2571	25,2574	25,2580	25,2584	25,2581	25,2584
	6	25,26	25,2608	25,2609	25,2592	25,2586	25,2573	25,2569	25,2563	25,2566	25,2564	25,2559
	7	25,26	25,2604	25,2599	25,2599	25,2604	25,2603	25,2598	25,2597	25,2596	25,2596	25,2589
	8	25,26	25,2603	25,2607	25,2610	25,2610	25,2609	25,2599	25,2592	25,2594	25,2601	25,2597
	9	25,26	25,2600	25,2595	25,2595	25,2597	25,2601	25,2593	25,2586	25,2590	25,2589	25,2586
	10	25,26	25,2596	25,2591	25,2588	25,2583	25,2584	25,2584	25,2581	25,2583	25,2579	25,2579

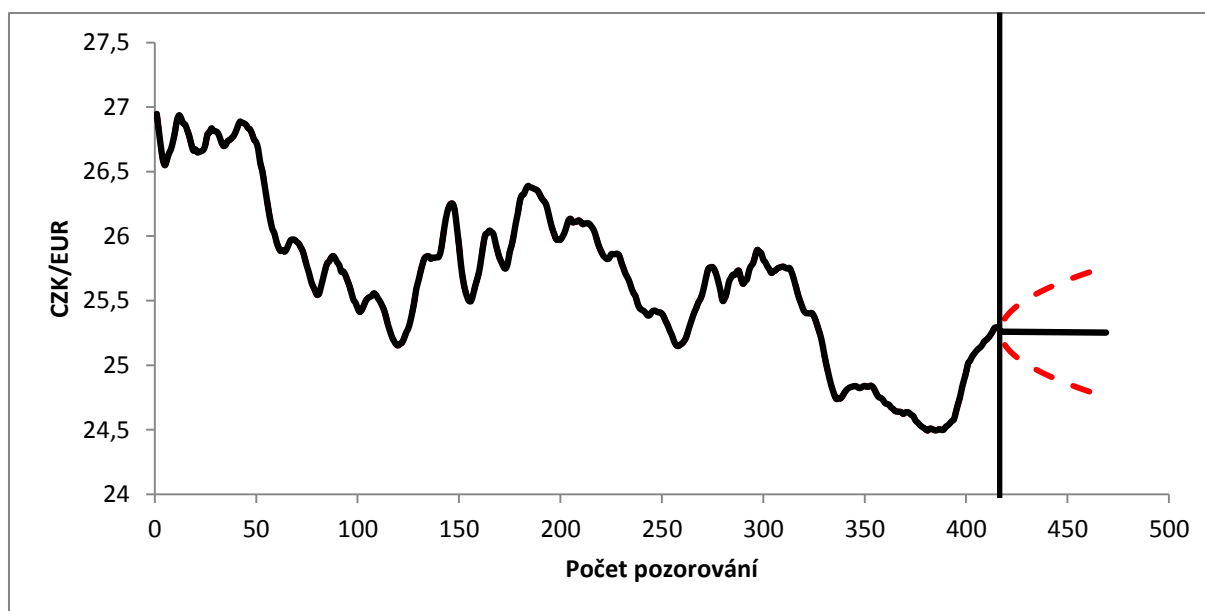
Tab. 26 Predikce CZK/EUR

V Grafu 13 jsou zobrazeny vybrané scénáře a jejich vývoj v následujících 52 týdnech. Všechny hodnoty začínají v počátečním kurzu 25,26 CZK/EUR. Z Grafu je patrný klesající trend vývoje kurzu, který je dán zápornou hodnotou ukazatele  $\hat{\alpha}$ .



Graf 13 Predikce CZK/EUR

Dle vztahu (29) jsou vyjádřeny kvantily, které jsou zobrazeny v Grafu 14, přičemž zobrazují interval, ve kterém se s 95% spolehlivostí budou pohybovat predikované hodnoty. Graf také zobrazuje střední hodnotu odhadu.



Graf 14 Zohlednění kvantilů v predikci kurzu CZK/EUR

### 4.3.3 Odhad vývoje CZK/LTL

Stejně jako u předchozího odhadu je i zde využit GBP. Pro měnový kurz CZK/LTL to je vztah (90). Vstupní údaje zobrazuje Tab. 27.

$P_{T0}$	7,32
$\hat{\alpha}$	-0,00184%
$\sigma$	0,16801%
$\Delta t$	1

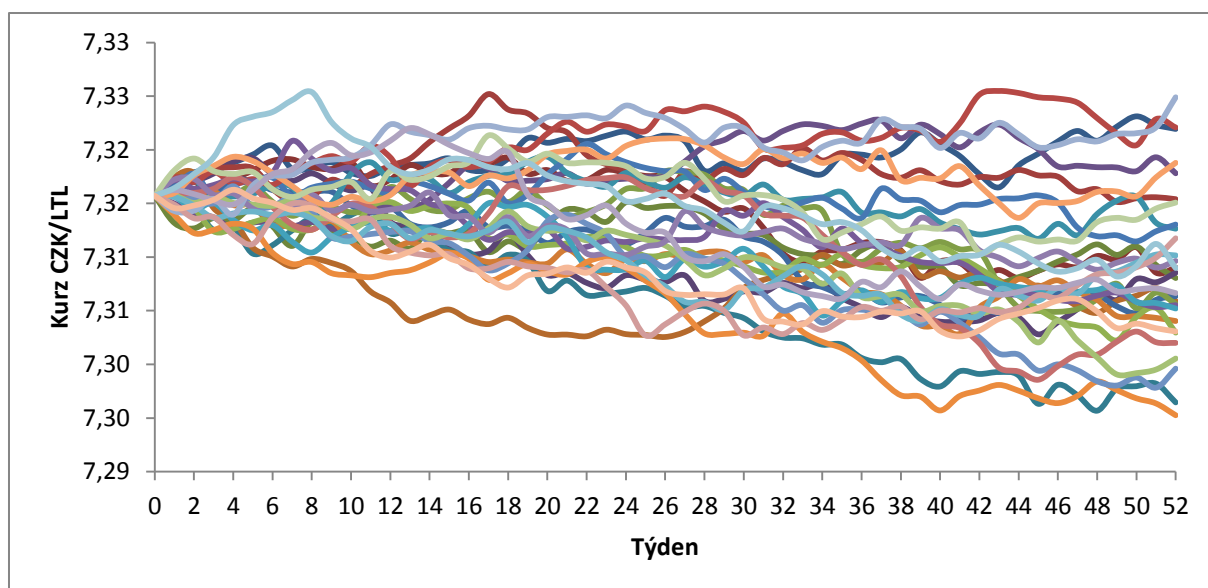
Tab. 27 Vstupní data CZK/LTL

Tab. 28 zobrazuje výsledné hodnoty pro prvních deset týdnů a deset scénářů.

		týdny										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
scénáře	1	7,32	7,31741	7,31789	7,31837	7,31881	7,31956	7,32039	7,31822	7,31831	7,31883	7,31785
	2	7,32	7,31735	7,31702	7,31613	7,31722	7,31807	7,31897	7,31910	7,31841	7,31821	7,31882
	3	7,32	7,31318	7,31268	7,31365	7,31341	7,31450	7,31288	7,31104	7,31327	7,31221	7,31183
	4	7,32	7,31663	7,31703	7,31779	7,31891	7,31922	7,31772	7,31710	7,31780	7,31688	7,31620
	5	7,32	7,31452	7,31453	7,31254	7,31278	7,31032	7,31111	7,31249	7,31359	7,31298	7,31392
	6	7,32	7,31749	7,31783	7,31457	7,31345	7,31086	7,31005	7,30912	7,30983	7,30945	7,30869
	7	7,32	7,31669	7,31575	7,31586	7,31720	7,31704	7,31624	7,31605	7,31609	7,31610	7,31482
	8	7,32	7,31641	7,31749	7,31822	7,31837	7,31828	7,31636	7,31512	7,31560	7,31720	7,31660
	9	7,32	7,31579	7,31506	7,31511	7,31573	7,31658	7,31515	7,31385	7,31473	7,31470	7,31418
	10	7,32	7,31500	7,31412	7,31369	7,31268	7,31321	7,31324	7,31287	7,31326	7,31264	7,31280

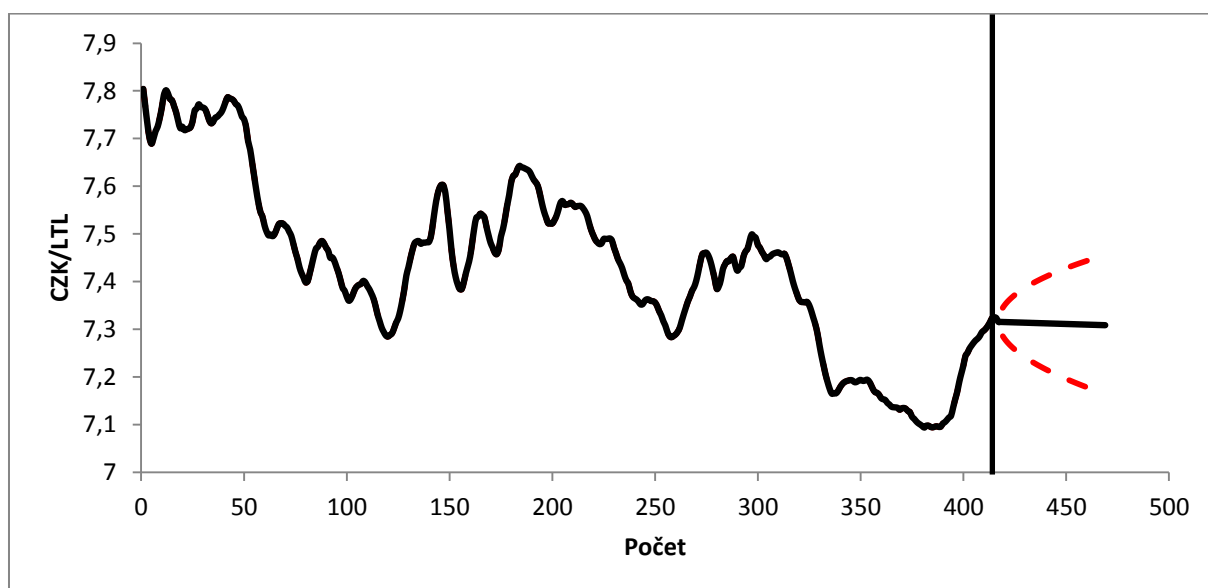
Tab. 28 Predikce CZK/LTL

Graf 15 zobrazuje vývoj několika scénářů po dobu 52 týdnů. Všechny hodnoty opět vycházejí z jednoho bodu, tj. počáteční kurz 7,32 CZK/LTL. Z Grafu je patrný velice mírný pokles, který je dán zápornou hodnotou  $\hat{\alpha}$ .



Graf 15 Predikce CZK/LTL

Posledním zobrazením, souvisejícím s vývojem měnového kurzu CZK/LTL, je Graf 16, který vyjadřuje kvantily dle vztahu (29). V Grafu je zobrazena střední hodnota odhadu.



Graf 16 Zohlednění kvantilů v predikci kurzu CZK/LTL

#### 4.3.4 Odhad vývoje CZK/HUF

Třetím odhadovaným měnovým kurzem je CZK/HUF. Opět vycházíme z GBP a stanoveného modelu (91). Vstupní údaje zobrazuje Tab. 29.

$P_{T0}$	9,07
$\hat{\alpha}$	-0,001597%
$\sigma$	0,218227%
$\Delta t$	1

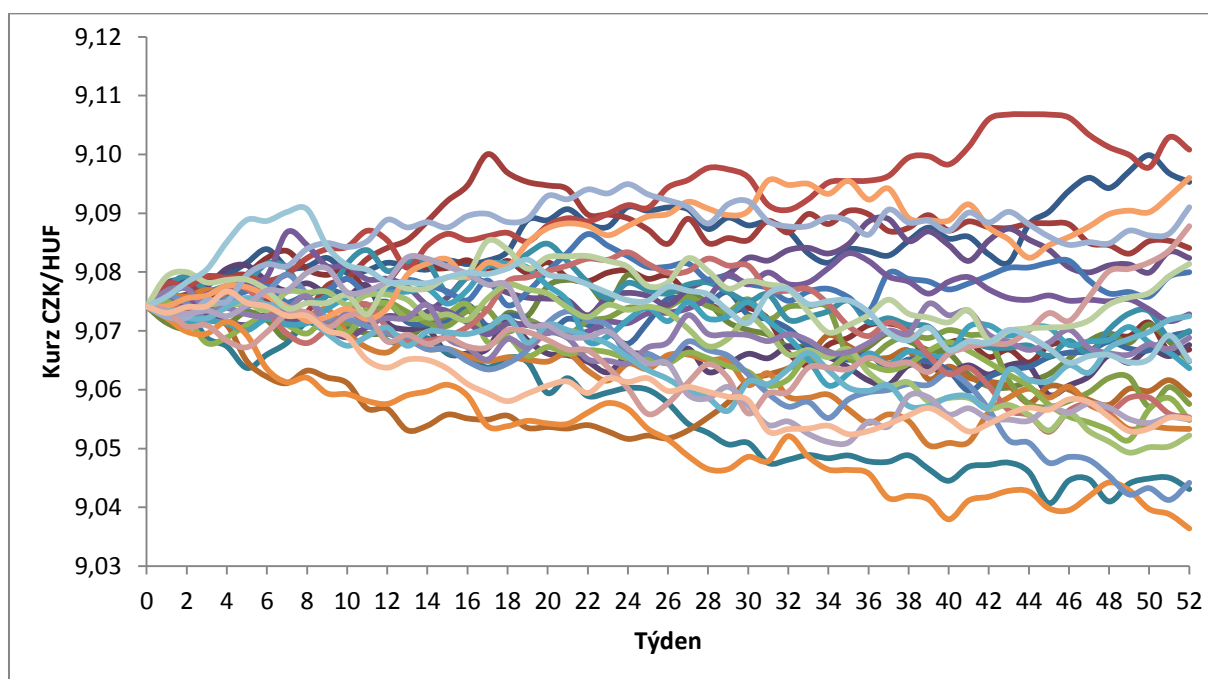
Tab. 29 Vstupní data CZK/HUF

Tab. 30 zobrazuje výsledné hodnoty prvních deseti týdnů, pro vybrané scénáře.

		týdny										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
scénáře	1	9,07	9,07811	9,07872	9,07912	9,07962	9,08160	9,08390	9,08084	9,08094	9,08240	9,07990
	2	9,07	9,07744	9,07727	9,07561	9,07679	9,07961	9,08238	9,08359	9,08047	9,07953	9,08068
	3	9,07	9,07139	9,07042	9,07283	9,07126	9,07326	9,07183	9,06871	9,07262	9,07134	9,07079
	4	9,07	9,07552	9,07619	9,07757	9,08058	9,08114	9,07843	9,07681	9,07809	9,07631	9,07583
	5	9,07	9,07264	9,07336	9,06882	9,06738	9,06370	9,06599	9,06798	9,07143	9,06996	9,07053
	6	9,07	9,07637	9,07727	9,07212	9,07099	9,06485	9,06219	9,06112	9,06325	9,06208	9,06113
	7	9,07	9,07609	9,07323	9,07393	9,07635	9,07723	9,07465	9,07474	9,07614	9,07703	9,07593
	8	9,07	9,07413	9,07614	9,07873	9,07901	9,07937	9,07496	9,07243	9,07328	9,07768	9,07897
	9	9,07	9,07512	9,07290	9,07325	9,07396	9,07551	9,07365	9,07108	9,07252	9,07201	9,07124
	10	9,07	9,07249	9,07139	9,07249	9,07157	9,07105	9,07282	9,07159	9,07236	9,07037	9,06890

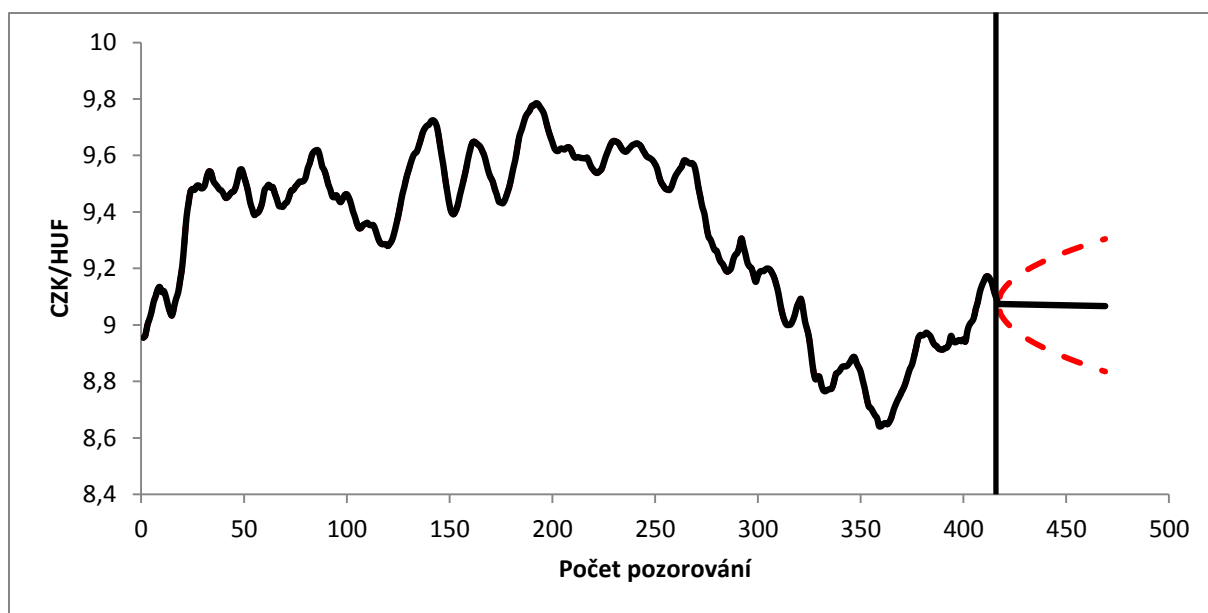
Tab. 30 Predikce CZK/HUF

Následující Graf 17 zobrazuje vývoj několika scénářů po dobu 52 týdnů. Všechny hodnoty vycházejí z jednoho bodu, tj. počáteční kurz 9,07 CZK/HUF.



Graf 17 Predikce CZK/HUF

V závěru je zobrazen Graf vývoje měnového kurzu CZK/HUF a kvantilů se střední hodnotou odhadu.



Graf 18 Zohlednění kvantilů v predikci kurzu CZK/LTL

#### 4.3.5 Odhad vývoje CZK/BGN

Posledním odhadovaným měnovým kurzem je CZK/BGN. Vychází se z modelu (92) za předpokladu, že model vychází z GBP. Tab. 31 zobrazuje vstupní data predikce.

$P_{T0}$	12,92
$\hat{\alpha}$	-0,001043%
$\sigma$	0,168602%
$\Delta t$	1

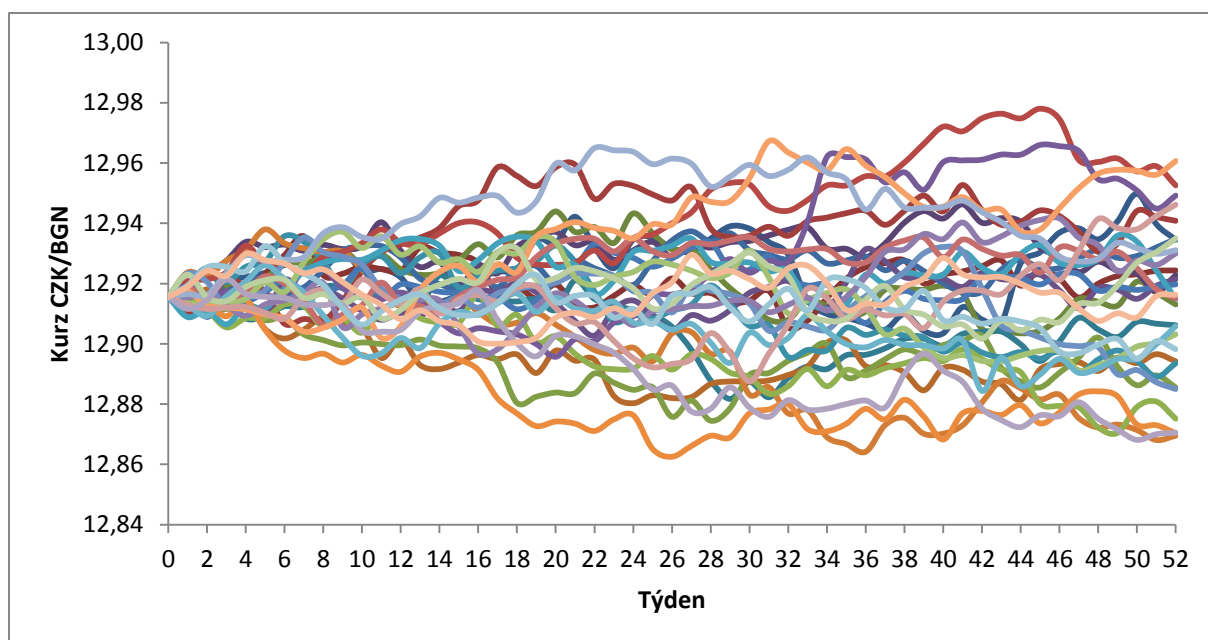
Tab. 31 Vstupní data CZK/BGN

Tab. 32 zobrazuje část predikovaných hodnot pro kurz CZK/BGN.

		týdny										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
scénáře	1	12,92	12,91992	12,92378	12,92144	12,92225	12,92360	12,92618	12,92781	12,92613	12,93131	12,92409
	2	12,92	12,91722	12,91687	12,91560	12,91330	12,92306	12,92942	12,93567	12,92277	12,92327	12,92570
	3	12,92	12,91743	12,91731	12,91916	12,91916	12,92149	12,92710	12,92678	12,92880	12,93106	12,92663
	4	12,92	12,91998	12,92342	12,92757	12,93382	12,93211	12,93292	12,93089	12,93283	12,93144	12,93245
	5	12,92	12,91893	12,92502	12,91596	12,90845	12,90936	12,91245	12,91244	12,91876	12,91850	12,91540
	6	12,92	12,91370	12,91807	12,91354	12,91474	12,90492	12,90176	12,90471	12,90878	12,90668	12,90543
	7	12,92	12,91733	12,90893	12,91716	12,91948	12,92208	12,91667	12,91877	12,92445	12,93091	12,93239
	8	12,92	12,91059	12,91334	12,92146	12,91917	12,91744	12,90667	12,90824	12,90767	12,91426	12,92411
	9	12,92	12,91710	12,91031	12,91155	12,91148	12,90786	12,90862	12,90310	12,90123	12,89948	12,90046
	10	12,92	12,91573	12,91405	12,91744	12,91334	12,90940	12,92121	12,91696	12,91829	12,91501	12,91097

Tab. 32 Predikce CZK/BGN

Následující Graf 19 zobrazuje vývoj několika scénářů po dobu 52 týdnů. Všechny hodnoty vycházejí z jednoho bodu, tj. počáteční kurz 12,92 CZK/BGN.



Graf 19 Predikce CZK/BGN

V následujícím Grafu 20 jsou dle vztahu (29) vyjádřeny kvantily a střední hodnota odhadu.



Graf 20 Zohlednění kvantilů v predikci kurzu CZK/BGN

#### 4.3.6 Odhad vývoje ukazatele PRIBOR+3M

Pro odhad budoucí hodnoty ukazatele PRIBOR+3M bude použit CIR proces. Tato metoda zamezuje predikovaným hodnotám nabývání záporných hodnot a je tedy lepší pro predikování. Prvním krokem je generování náhodných proměnných pomocí nástroje GENERÁTOR PSEUDONÁHODNÝCH ČÍSEL. Tyto hodnoty jsou následně využity ve vztahu (94).

Vstupní data znázorňuje Tab. 33.

<b>PRIBOR+3M<sub>T0</sub></b>	1,22
<b><math>\hat{\alpha}</math></b>	-0,19395%
<b><math>\sigma</math></b>	3,48052%

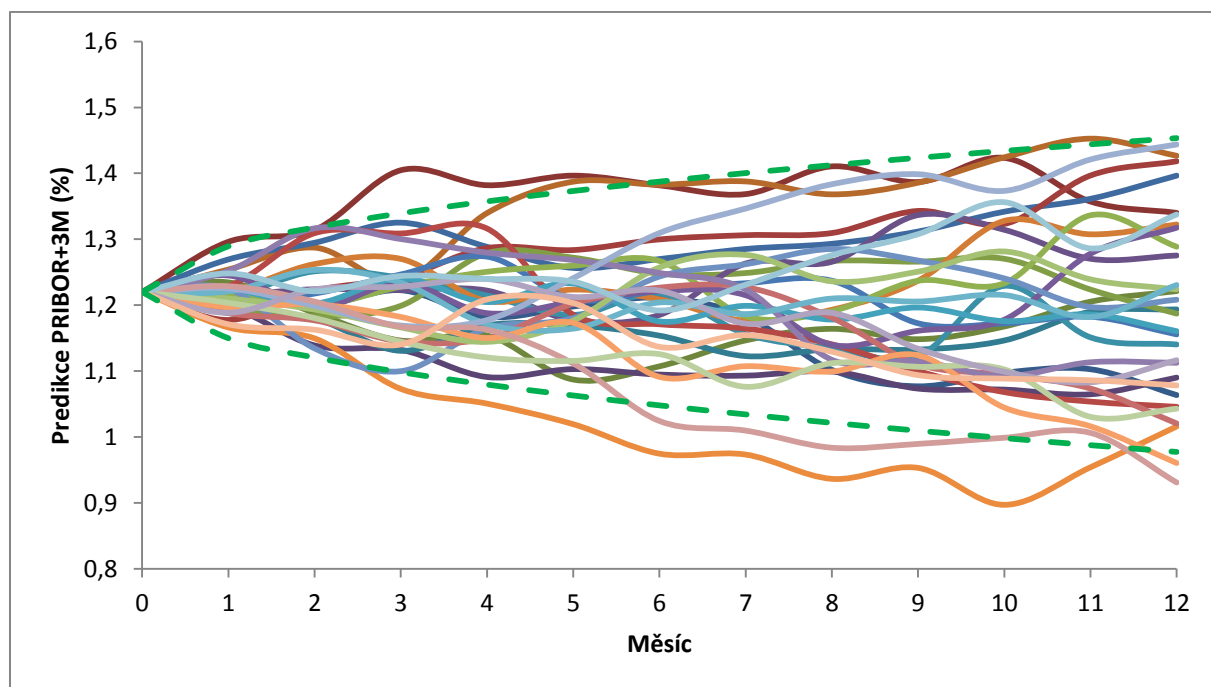
Tab. 33 Vstupní data PRIBOR

Tab. 34 zobrazuje predikované hodnoty PRIBOR+3M pro následující rok a deset scénářů.

		měsíce												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
scénáře	1	1,22	1,2196	1,1990	1,2227	1,1823	1,1981	1,2113	1,1833	1,1019	1,0770	1,0975	1,1029	1,0637
	2	1,22	1,2962	1,3140	1,4047	1,3820	1,3965	1,3817	1,3685	1,4105	1,3868	1,4234	1,3572	1,3400
	3	1,22	1,2346	1,1883	1,1464	1,1541	1,0872	1,1073	1,1466	1,1642	1,1484	1,1677	1,2054	1,2214
	4	1,22	1,1991	1,1390	1,1324	1,0910	1,1030	1,0948	1,0931	1,0994	1,0735	1,0720	1,0649	1,0902
	5	1,22	1,1881	1,1794	1,1308	1,1695	1,1694	1,1538	1,1228	1,1336	1,1326	1,1465	1,1901	1,1936
	6	1,22	1,2541	1,2873	1,2364	1,3397	1,3873	1,3828	1,3877	1,3681	1,3857	1,4242	1,4526	1,4266
	7	1,22	1,2694	1,2947	1,3252	1,2885	1,2565	1,2700	1,2853	1,2931	1,3117	1,3418	1,3613	1,3965
	8	1,22	1,1776	1,2220	1,2419	1,2866	1,2836	1,2998	1,3062	1,3095	1,3429	1,3232	1,3967	1,4182
	9	1,22	1,1936	1,1831	1,1990	1,2790	1,2721	1,2479	1,2488	1,2671	1,2660	1,2704	1,2237	1,1872
	10	1,22	1,2158	1,2242	1,2229	1,2221	1,1770	1,1853	1,2632	1,2658	1,3367	1,3143	1,2704	1,2753
	10	1,22	1,214061	1,25141	1,241679	1,21467	1,18524	1,217534	1,156332	1,134644	1,123031	1,229273	1,151207	1,140419

Tab. 34 Predikce PRIBOR+3M

Vývoj predikovaných hodnot zobrazuje Graf 21, ve kterém jsou zvýrazněny i kvantily. V tomto případě je zobrazeno 35 scénářů, přičemž 95% musí ležet v intervalu daném kvantily.



Graf 21 Predikce PRIBOR

S využitím všech predikovaných dat je možné přistoupit k sestavení běžného výsledku hospodaření.

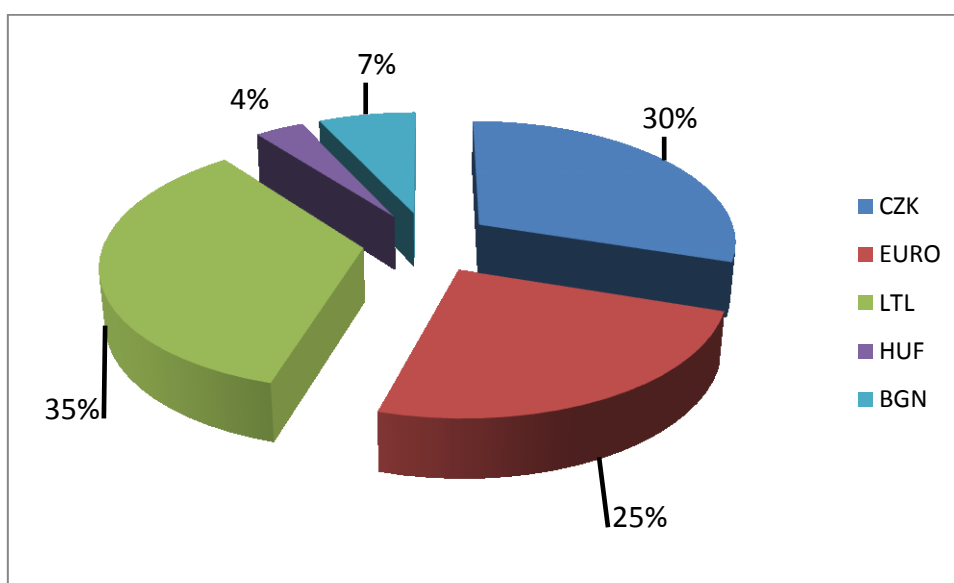


## 4.4 Odhad provozního výsledku hospodaření

Pro odhad provozního výsledku hospodaření je zapotřebí zjistit, jaká bude v roce 2011 velikost tržeb. Společnost Mika, a. s. poskytla pro vypracování této práce interní informace, pomocí kterých lze provést následné výpočty.

### 4.4.1 Odhad tržeb

Prvním krokem pro výpočet provozního výsledku hospodaření je zjistit, jaký objem tržeb plyne společnosti ze zahraničí. Graf 22 zobrazuje strukturu tržeb v jednotlivých měnách. Jak je patrné z tohoto grafu, největší podíl činí tržby v LTL, následované tržbami v CZK a tržbami v EUR.



Graf 22 Podíl jednotlivých měn na celkových tržbách

Tab. 35 zobrazuje data potřebná pro odhad tržeb v jednotlivých měnách. Celkové tržby vycházejí z odhadu tržeb za rok 2010. Podíly jednotlivých měn na celkových tržbách a vnitřní kurz jsou získány z interních dat společnosti. Výsledkem jsou týdenní tržby v jednotlivých měnách, které budou použity k predikci tržeb pro rok 2011.

	Tržby celkem v mil. CZK (ročně)	Podíl	Vnitřní kurz společnosti	Tržby v dané měně (týdenní)
EUR	111,5	24,5%	25,26	84 921 €
LTL		35%	7,32	293 219 Lt
HUF		3,5%	9,10	236 398 Ft
BGN		7%	12,92	166 087 лв
CZK		30%		2 145 000 Kč

Tab. 35 Vstupní tabulka pro odhad tržeb

Tržby, pro jednotlivé týdny s využitím odhadovaného kurzu z předcházející kapitoly a údajů z Tab. 35, lze získat pomocí vztahů,

$$T_{i,týden}^{EUR \rightarrow CZK} = 0,25 \cdot 84\,921 \cdot kurz_{i,týden}^{CZK/EUR}, \quad (95)$$

$$T_{i,týden}^{LTL \rightarrow CZK} = 0,35 \cdot 293\,219 \cdot kurz_{i,týden}^{CZK/LTL}, \quad (96)$$

$$T_{i,týden}^{HUF \rightarrow CZK} = 0,04 \cdot 236\,398 \cdot kurz_{i,týden}^{CZK/HUF}, \quad (97)$$

$$T_{i,týden}^{BGN \rightarrow CZK} = 0,07 \cdot 166\,087 \cdot kurz_{i,týden}^{CZK/BGN}, \quad (98)$$

kdy v každé rovnici je zohledněn procentní poměr dané měny na tvorbě tržeb a odhadované tržby v dané měně.

Tab. 36 zobrazuje příklad stanovených tržeb, které jsou vypočteny dle (95). Jedná se o prvních 10 týdnů a 10 scénářů. Stejný princip je využíván pro všechny ostatní měny.

		týdny										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
scénáře	1	525 551	525 567	525 570	525 574	525 577	525 583	525 589	525 566	525 566	525 570	525 558
	2	525 551	525 566	525 562	525 551	525 561	525 568	525 575	525 575	525 567	525 563	525 568
	3	525 551	525 525	525 518	525 527	525 523	525 532	525 514	525 495	525 515	525 503	525 498
	4	525 551	525 559	525 562	525 568	525 578	525 579	525 563	525 555	525 561	525 550	525 542
	5	525 551	525 538	525 537	525 515	525 516	525 490	525 497	525 509	525 519	525 511	525 519
	6	525 551	525 568	525 570	525 536	525 523	525 496	525 486	525 475	525 481	525 476	525 467
	7	525 551	525 560	525 549	525 549	525 561	525 557	525 548	525 545	525 544	525 542	525 528
	8	525 551	525 557	525 566	525 572	525 572	525 570	525 549	525 535	525 539	525 553	525 546
	9	525 551	525 551	525 542	525 541	525 546	525 553	525 537	525 523	525 530	525 528	525 522
	10	525 551	525 543	525 533	525 527	525 515	525 519	525 518	525 513	525 515	525 508	525 508

Tab. 36 Příklad vývoje tržeb v EUR

Celková hodnota tržeb pro analyzované měny v jednotlivých týdnech lze zjistit součtem vztahů (95) až (98), tj.,

$$\sum_{t=1}^T T_{i,t}^{CZK} = T_{i,týden}^{EUR \rightarrow CZK} + T_{i,týden}^{EUR \rightarrow LTL} + T_{i,týden}^{EUR \rightarrow HUF} + T_{i,týden}^{EUR \rightarrow BGN} + T_{i,týden}^{CZK} \quad (99)$$

kdy z takto získaných dat je možné sestavit predikce tržeb v jednotlivých kvartálech. Tab. 37 zobrazuje přehled výsledných predikovaných tržeb v jednotlivých kvartálech a souhrn tržeb za rok 2011. Výsledná hodnota celkových tržeb 116,5 milionu je velice blízká odhadu společnosti, která plánuje, že tržby v roce 2011 nebudou nižší než 111 546 tis. Kč.

Tržby v CZK za jednotlivá kvartální období					
	I. kvartál	II. kvartál	III. kvartál	IV. kvartál	ROČNĚ
1	29 141 815	29 145 417	29 142 442	29 145 695	116 575 369
2	29 140 681	29 140 202	29 129 738	29 125 934	116 536 555
3	29 132 016	29 134 646	29 128 402	29 123 877	116 518 941
4	29 139 885	29 127 701	29 123 459	29 121 296	116 512 340
5	29 131 216	29 123 509	29 109 775	29 103 935	116 468 435
6	29 125 943	29 111 687	29 118 789	29 117 035	116 473 455
7	29 136 920	29 131 958	29 127 424	29 120 933	116 517 235
8	29 139 083	29 150 409	29 144 788	29 141 623	116 575 903
9	29 133 447	29 130 762	29 128 384	29 117 682	116 510 274
10	29 132 260	29 137 562	29 145 224	29 142 409	116 557 454

Tab. 37 Tržby v CZK za jednotlivá kvartální období

Tab. 38 zobrazuje intervaly predikovaných hodnot celkových tržeb. Jedná se o rozdělení od nejmenších predikovaných tržeb po nejvyšší.

	I. kvartál	II. kvartál	III. kvartál	IV. kvartál	ROČNĚ
MIN	29 119 235	29 099 815	29 087 226	29 074 695	116 399 937
2	29 121 204	29 103 648	29 092 410	29 081 252	116 414 792
3	29 123 172	29 107 481	29 097 594	29 087 809	116 429 648
4	29 125 141	29 111 314	29 102 778	29 094 367	116 444 503
5	29 127 109	29 115 147	29 107 962	29 100 924	116 459 358
6	29 129 078	29 118 980	29 113 146	29 107 481	116 474 214
7	29 131 046	29 122 813	29 118 330	29 114 039	116 489 069
8	29 133 015	29 126 645	29 123 514	29 120 596	116 503 924
9	29 134 983	29 130 478	29 128 698	29 127 154	116 518 780
10	29 136 952	29 134 311	29 133 882	29 133 711	116 533 635
11	29 138 920	29 138 144	29 139 066	29 140 268	116 548 490
12	29 140 889	29 141 977	29 144 250	29 146 826	116 563 346
13	29 142 857	29 145 810	29 149 435	29 153 383	116 578 201
14	29 144 826	29 149 643	29 154 619	29 159 941	116 593 056
15	29 146 795	29 153 476	29 159 803	29 166 498	116 607 912
MAX	29 148 763	29 157 309	29 164 987	29 173 055	116 622 767

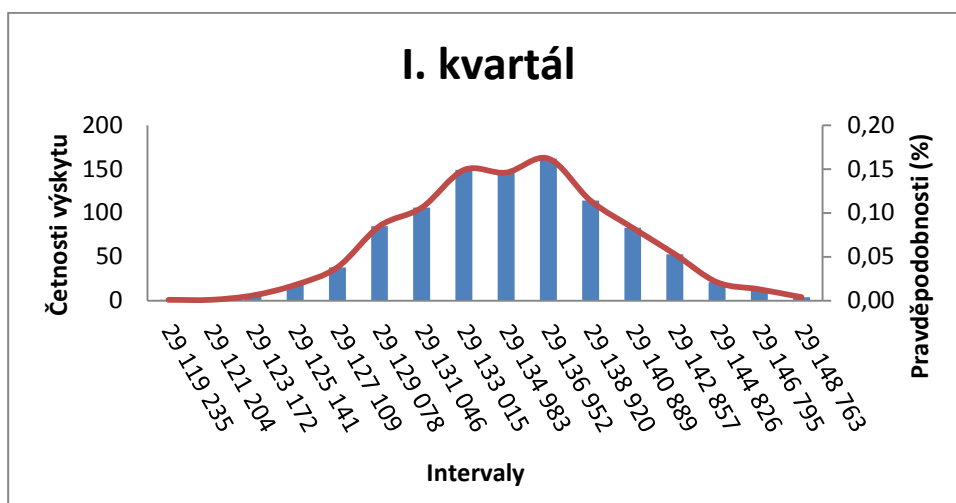
Tab. 38 Intervaly predikovaných hodnot celkových tržeb

Z takto vymezených intervalových tříd lze stanovit četnosti výskytu tržeb v daném intervalu. To je zobrazeno v Tab. 39, kde jsou zachyceny absolutní i procentní četnosti výskytu tržeb v daném intervalu.

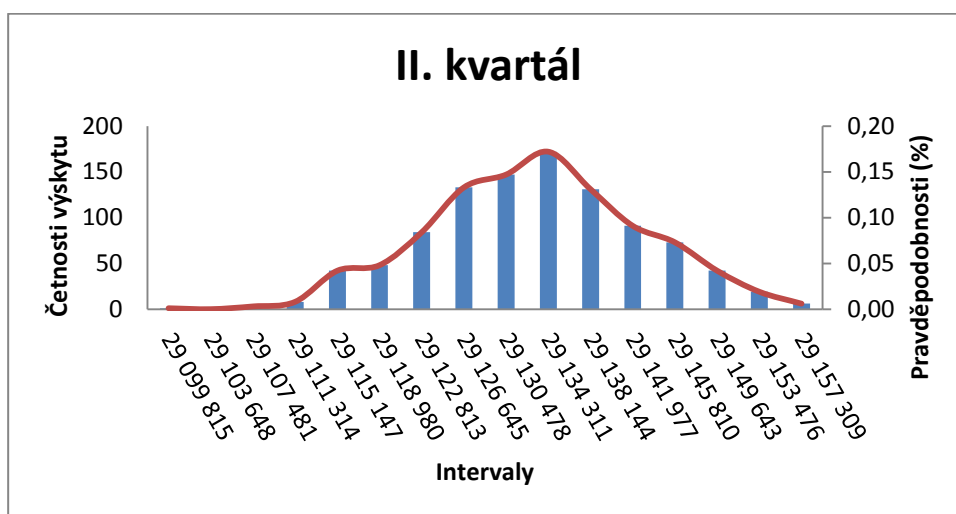
četnosti a pravděpodobnosti tržeb										
	I. kvartál		II. kvartál		III. kvartál		IV. kvartál		ROČNĚ	
MIN	1	0,10%	1	0,10%	1	0,10%	1	0,10%	1	0,10%
2	1	0,10%	0	0,00%	2	0,20%	0	0,00%	3	0,30%
3	6	0,60%	3	0,30%	4	0,40%	8	0,80%	4	0,40%
4	18	1,80%	8	0,80%	10	1,00%	12	1,20%	14	1,40%
5	38	3,80%	42	4,20%	30	3,00%	29	2,90%	26	2,60%
6	85	8,50%	48	4,80%	67	6,70%	66	6,60%	81	8,10%
7	106	10,60%	84	8,40%	110	11,00%	126	12,60%	94	9,40%
8	149	14,90%	133	13,30%	150	15,00%	178	17,80%	136	13,60%
9	146	14,60%	147	14,70%	162	16,20%	171	17,10%	164	16,40%
10	162	16,20%	172	17,20%	132	13,20%	146	14,60%	139	13,90%
11	114	11,40%	131	13,10%	150	15,00%	116	11,60%	139	13,90%
12	83	8,30%	91	9,10%	88	8,80%	84	8,40%	69	6,90%
13	53	5,30%	73	7,30%	51	5,10%	43	4,30%	78	7,80%
14	21	2,10%	42	4,20%	33	3,30%	13	1,30%	30	3,00%
15	13	1,30%	19	1,90%	6	0,60%	5	0,50%	13	1,30%
MAX	4	0,40%	6	0,60%	4	0,40%	2	0,20%	9	0,90%

Tab. 39 Četnosti a pravděpodobnosti tržeb

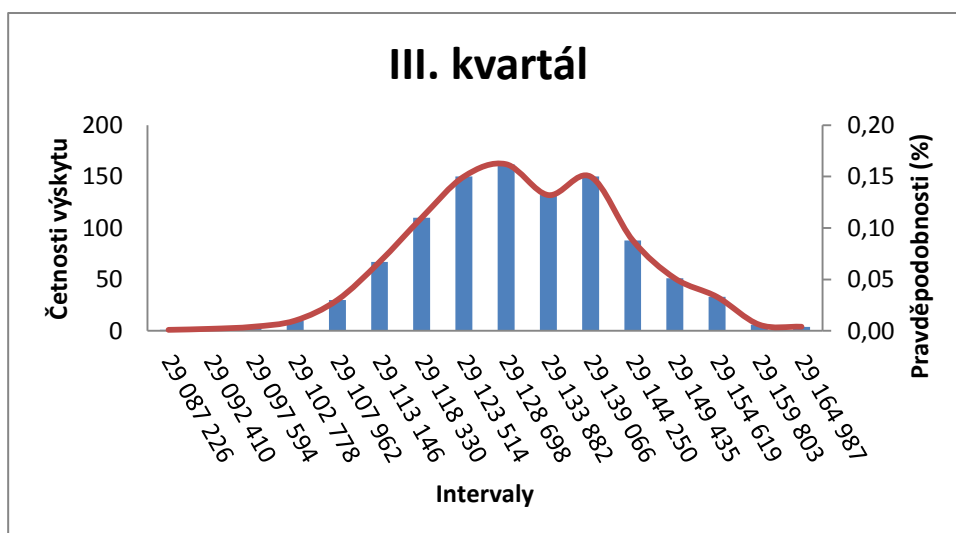
Graficky jsou tyto hodnoty zobrazeny v Grafech 23 až 27.



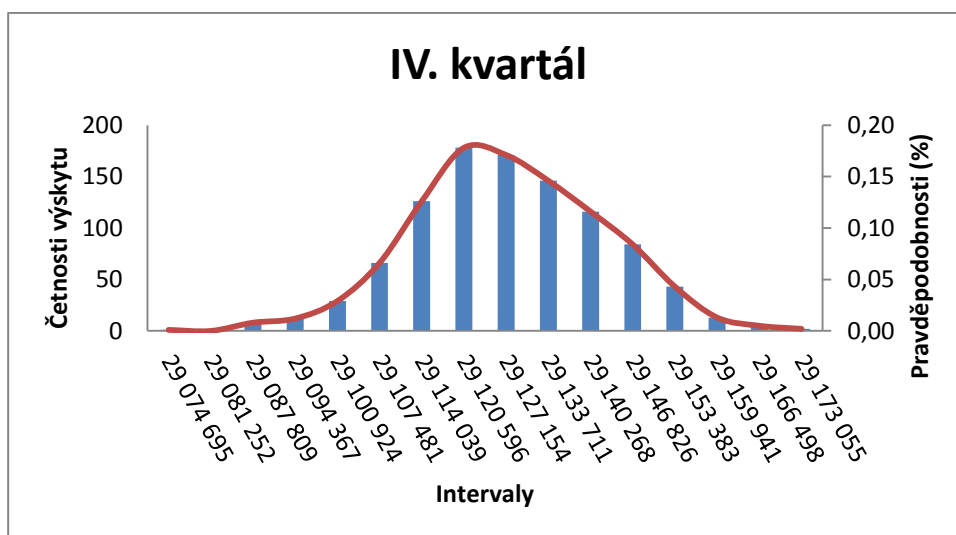
Graf 23 Histogram četností a funkce hustoty T v I. kvartálu



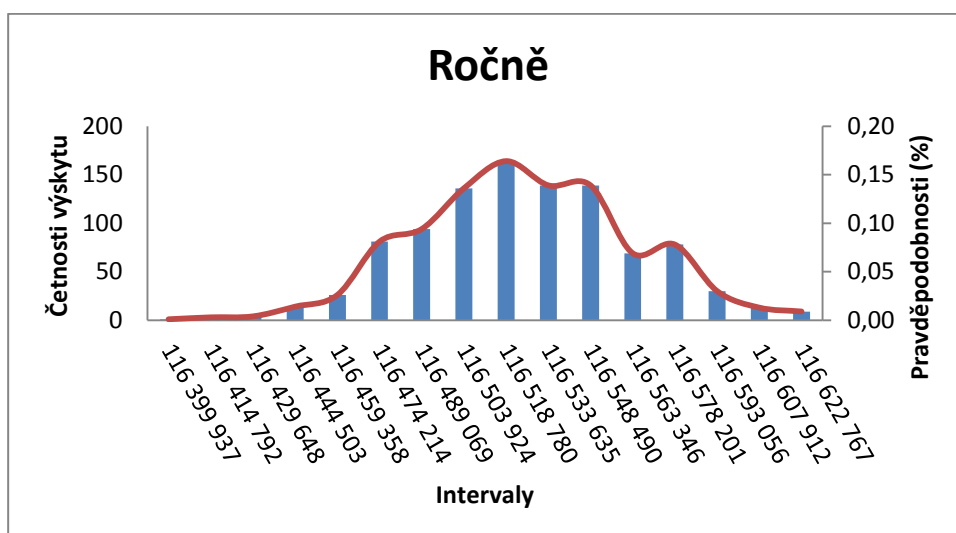
Graf 24 Histogram četností a funkce hustoty T v II. kvartálu



Graf 25 Histogram četností a funkce hustoty T v III. kvartálu



Graf 26 Histogram četností a funkce hustoty T v IV. kvartálu



Graf 27 Histogram četností a funkce hustoty T ročně

V Tab. 40 jsou zobrazeny statistické charakteristiky rozložení z předchozích grafů. Z výsledku jsou patrné rozdíly mezi ukazateli střední hodnota, modus a medián. Např. v prvním kvartále je průměrná hodnota odhadovaných tržeb ve výši 29 135 285 Kč, nejčtenější hodnota je odhadována ve výši 29 136 952 Kč a medián, vyjadřující střed souboru má hodnotu 29 134 983 Kč. Směrodatná odchylka, vyjadřující interval, ve kterém se hodnoty souboru nejčastěji pohybují je 4 863 Kč.

	I. kvartál	II. kvartál	III. kvartál	IV. kvartál	ROČNĚ
střední hodnota	29 135 285	29 133 108	29 130 471	29 127 488	116 525 212
modus	29 136 952	29 134 311	29 128 698	29 120 596	116 518 780
medián	29 134 983	29 134 311	29 128 698	29 127 154	116 518 780
rozptyl	23 652 078	90 872 607	152 891 409	216 992 102	1 411 808 311
směrodatná odchylka	4 863	9 533	12 365	14 731	37 574

Tab. 40 Popisná statistika odhadu tržeb

#### 4.4.2 Stanovení nákladů

Pro odhad provozního výsledku hospodaření je zapotřebí získat informace o nákladových položkách. Veškeré informace o nákladech byly získány a konzultovány se společností Mika a. s. Tab. 41 zobrazuje přehled ročních provozních nákladů. Za předpokladu, že výroba bude po celý rok plynulá, tzn., že nebude docházet k sezónním výkyvům, lze stanovit i čtvrtletní náklady jako čtvrtinu celkových tržeb.

	Kvartálně	Ročně
<b>Náklady vynaložené na prodané zboží</b>	-1 243 500	-4 974 000
<b>Výkonová spotřeba</b>	-22 742 500	-90 970 000
<b>Osobní náklady</b>	-3 640 594	-14 562 376
<b>Daně a poplatky</b>	-12 750	-51 000
<b>Odpisy DHM a DNM</b>	-481 500	-1 926 000
<b>Tržby z prodeje inv. majetku a materiálu</b>	1 391 750	5 567 000
<b>Zůstatková cena prod. inv. majetku a mat.</b>	-1 041 500	-4 166 000
<b>Změna stavu rezerv a kompl. náklady př. obd.</b>	195 500	782 000
<b>Ostatní provozní výnosy</b>	568 250	2 273 000
<b>Ostatní provozní náklady</b>	-886 750	-3 547 000
<b>CELKEM</b>	-27 893 594	-111 574 376

Tab. 41 Přehled nákladových položek

Většina nákladových položek je odvozena od skutečného stavu v roce 2007. Tento rok uvádí společnost ve svém plánu jako příkladový, resp. se jedná o výsledky, kterých chce společnost dosáhnout i v roce 2011.

#### 4.4.3 Odhad hospodářského výsledku z provozní činnosti za rok 2011

Samotný výsledek hospodaření z provozní činnosti lze pro jednotlivá čtvrtletí a za celý rok zjistit ze vztahu,

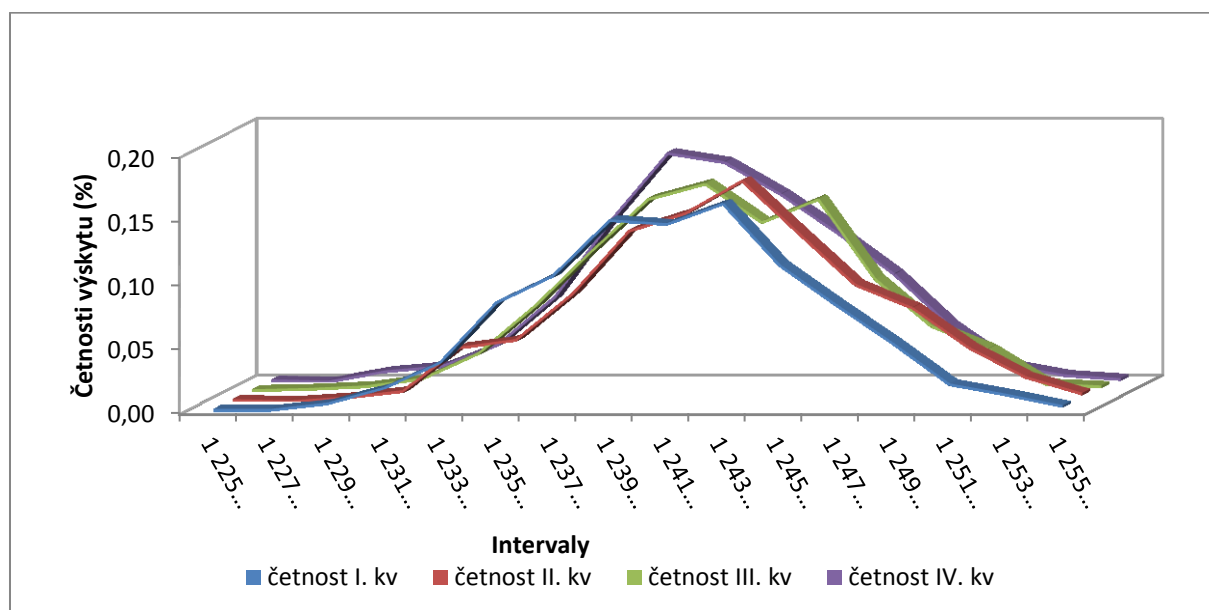
$$HV_{PČ,t}^i = \sum_{t=1}^T Tržby_t^i - Provozní\ náklady_t^{CZK} \quad (95)$$

kde se vychází z předpokládané predikce tržeb a stanovených nákladů. Tab. 42 zobrazuje předpokládané hodnoty hospodářského výsledku z provozní činnosti za rok 2011. Hodnoty jsou stanoveny dle vztahu (95).

PROVOZONÍ VÝSLEDEK HOSPODAŘENÍ 2011						
scénáře		I. kvartál	II. kvartál	III. kvartál	IV. kvartál	ROČNĚ
	1	1 248 221	1 251 823	1 248 848	1 252 101	5 000 993
	2	1 247 087	1 246 608	1 236 144	1 232 340	4 962 179
	3	1 238 422	1 241 052	1 234 808	1 230 283	4 944 565
	4	1 246 291	1 234 107	1 229 865	1 227 702	4 937 964
	5	1 237 622	1 229 915	1 216 181	1 210 341	4 894 059
	6	1 232 349	1 218 093	1 225 195	1 223 441	4 899 079
	7	1 243 326	1 238 364	1 233 830	1 227 339	4 942 859
	8	1 245 489	1 256 815	1 251 194	1 248 029	5 001 527
	9	1 239 853	1 237 168	1 234 790	1 224 088	4 935 898
	10	1 238 666	1 243 968	1 251 630	1 248 815	4 983 078

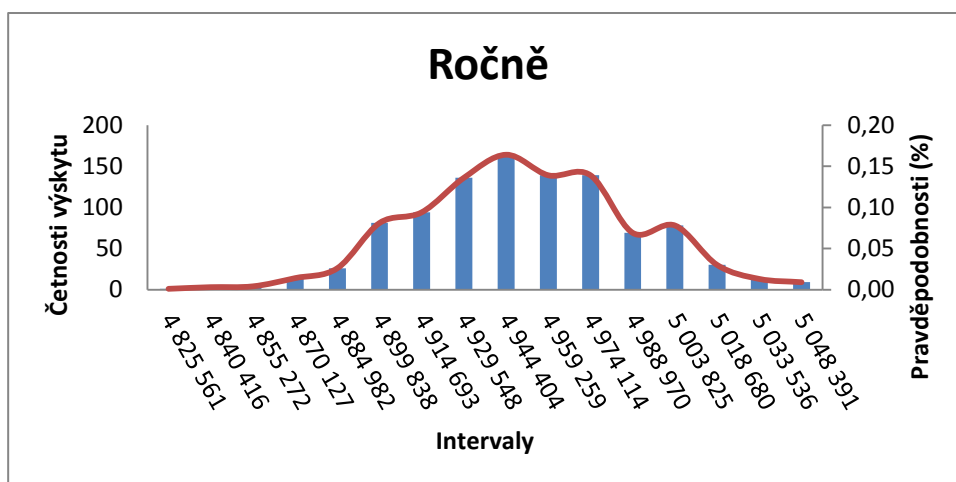
Tab. 42 Odhad výsledku hospodaření z provozní činnosti

Graf 28 zobrazuje pravděpodobnosti výskytu odhadovaných hodnot výsledku hospodaření za provozní činnost v roce 2011 v jednotlivých kvartálech.



Graf 28 Funkce hustoty provozního výsledku hospodaření za jednotlivé kvartály roku 2011

Graf 29 zobrazuje četnosti rozdělení výsledku hospodaření za provozní činnost. Z grafu je patrné, že nejčetnější hodnotou je 4 944 404 Kč.



Graf 29 Histogram četností a funkce hustoty HV z provozní činnosti za celý rok 2011

## 4.5 Odhad finančního výsledku hospodaření

V rámci finančního výsledku hospodaření budou predikovány zejména nákladové úroky, které společnosti vznikají úvěrováním zahraničního obchodu.

### 4.5.1 Odhad nákladových úroků

Veškeré pohledávky, které společnosti vznikají, jsou kryty bankou v plné výši ve formě úvěru. Doba splatnosti je rovna době splatnosti pohledávky, tj. 3 měsíce. Úroková sazba kopíruje ukazatel PRIBOR+3M, jehož predikovaný vývoje byl předmětem zkoumání v kapitole 4.3.5.

Společnost nemá od roku 2006 dlouhodobé úvěry a podle dostupných informací neprovádí společnost žádnou investiční činnost, která by byla kryta úvěrem. Na základě těchto poznatků lze určit předpoklad, že i v roce 2011 zůstane stav neměnný a tudíž veškeré nákladové úroky budou ovlivňovány pouze výší úvěrů na krytí pohledávek.

Na základě těchto poznatků lze sestavit splátkový kalendář. Tab. 43 zobrazuje příklad splátkového kalendáře za srpen 2011 pro 10 scénářů.

		srpen				
scénáře		PS úvěru	čerpaný úvěr	splátka úvěru	KS úvěru	úrok
	1	15 023 967	7 509 956	7 512 481	15 021 442	165 525
	2	15 016 633	7 504 468	7 508 952	15 012 149	165 423
	3	15 015 368	7 504 130	7 508 367	15 011 130	165 412
	4	15 007 229	7 503 532	7 503 883	15 006 878	165 365
	5	15 001 667	7 497 570	7 502 101	14 997 136	165 257
	6	14 996 700	7 502 220	7 497 919	15 001 001	165 300
	7	15 013 271	7 504 160	7 505 998	15 011 432	165 415
	8	15 022 946	7 511 718	7 512 327	15 022 337	165 535
	9	15 012 095	7 505 100	7 505 604	15 011 591	165 417
	10	15 018 162	7 511 564	7 508 276	15 021 450	165 525

Tab. 43 Splátkový kalendář - srpen 2011



Z dat splátkového kalendáře lze pro jednotlivá čtvrtletí sestavit přehled nákladových úroků. Přehled těchto nákladů je zobrazen v Tab. 44, přičemž se jedná o přehled prvních 10 scénářů.

scénáře		I. kvartál	II. kvartál	III. kvartál	IV. kvartál	ROČNĚ
	1	444 507	449 831	488 888	408 237	1 791 463
	2	444 478	449 743	488 596	407 864	1 790 681
	3	444 308	449 582	488 561	407 816	1 790 267
	4	444 475	449 495	488 394	407 754	1 790 118
	5	444 284	449 402	488 109	407 413	1 789 208
	6	444 208	449 113	488 190	407 692	1 789 203
	7	444 408	449 557	488 525	407 753	1 790 243
	8	444 436	449 976	488 915	408 207	1 791 534
	9	444 335	449 518	488 529	407 716	1 790 099
	10	444 308	449 660	488 858	408 231	1 791 057

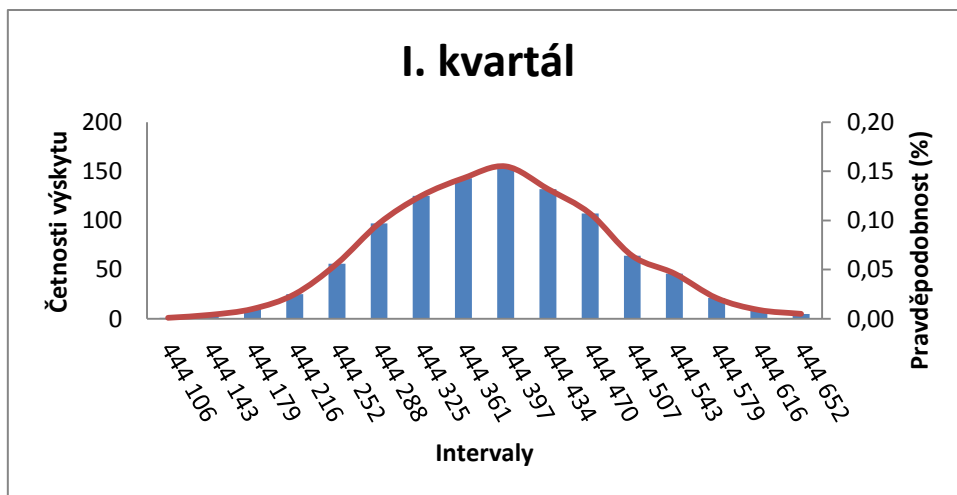
Tab. 44 Souhrn nákladových úroků za jednotlivé kvartály a ročně

Pro grafické zobrazení byly odhadnuté nákladové úroky rozděleny do tříd a jejich absolutní a relativní četnosti jsou zobrazeny v Tab. 45.

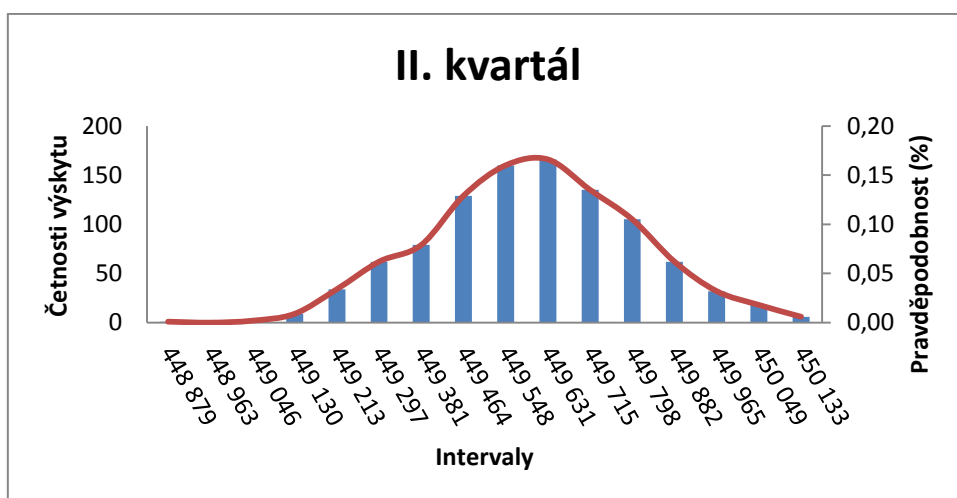
četnosti a pravděpodobnosti nákladových úroků										
MIN	I. kvartál		II. kvartál		III. kvartál		IV. kvartál		ROČNĚ	
	1	0,10%	1	0,10%	1	0,10%	1	0,10%	1	0,10%
2	4	0,40%	0	0,00%	3	0,30%	0	0,00%	3	0,30%
3	10	1,00%	2	0,20%	7	0,70%	5	0,50%	4	0,40%
4	25	2,50%	9	0,90%	16	1,60%	12	1,20%	16	1,60%
5	56	5,60%	34	3,40%	32	3,20%	25	2,50%	27	2,70%
6	97	9,70%	62	6,20%	85	8,50%	58	5,80%	82	8,20%
7	125	12,50%	79	7,90%	104	10,40%	126	12,60%	94	9,40%
8	143	14,30%	129	12,90%	136	13,60%	160	16,00%	146	14,60%
9	155	15,50%	160	16,00%	156	15,60%	177	17,70%	157	15,70%
10	132	13,20%	166	16,60%	136	13,60%	154	15,40%	132	13,20%
11	107	10,70%	135	13,50%	137	13,70%	119	11,90%	140	14,00%
12	64	6,40%	105	10,50%	83	8,30%	90	9,00%	82	8,20%
13	46	4,60%	62	6,20%	59	5,90%	46	4,60%	66	6,60%
14	21	2,10%	32	3,20%	29	2,90%	17	1,70%	34	3,40%
15	9	0,90%	18	1,80%	10	1,00%	7	0,70%	8	0,80%
MAX	5	0,50%	6	0,60%	6	0,60%	3	0,30%	8	0,80%

Tab. 45 Četnosti a pravděpodobnosti nákladových úroků

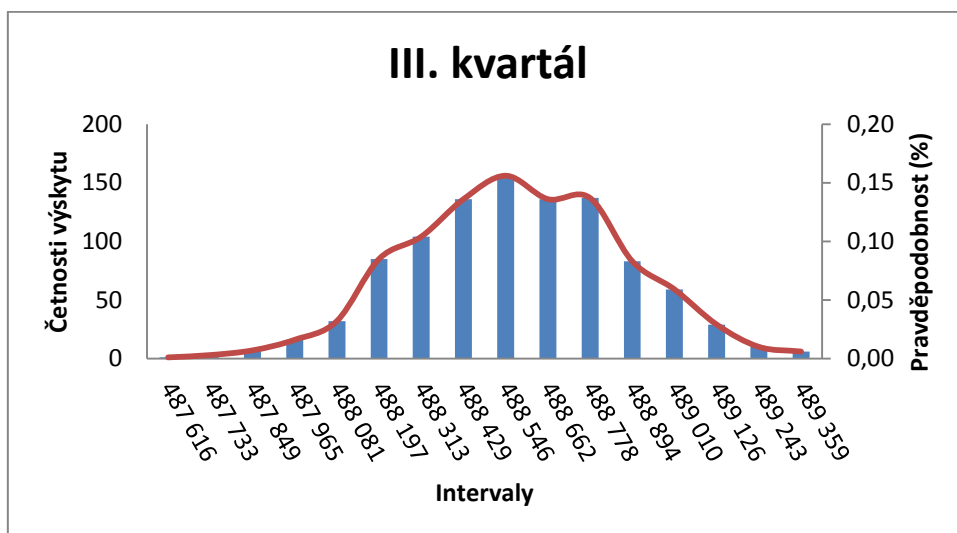
Data z Tab. 45 jsou zobrazena v Grafech 30 až 34.



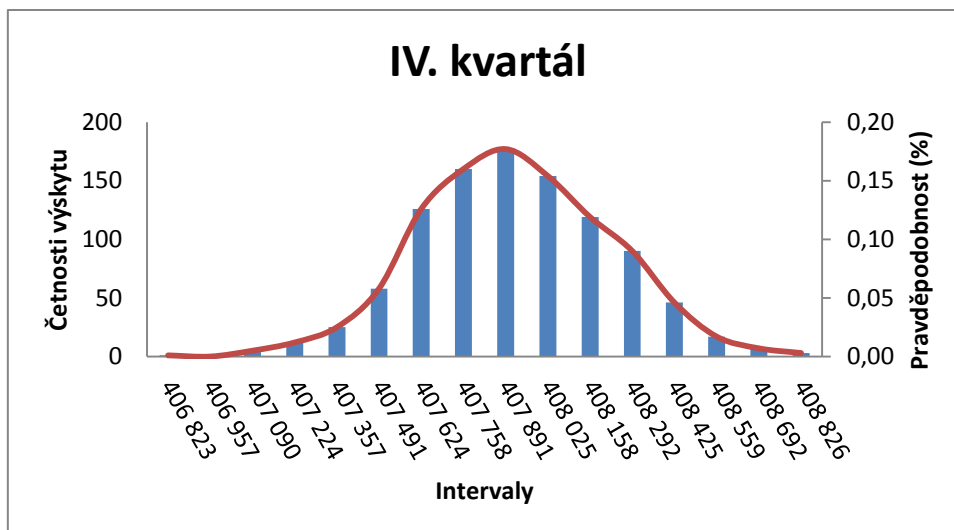
Graf 30 Histogram četností a funkce hustoty nákladových úroků I. kvartál



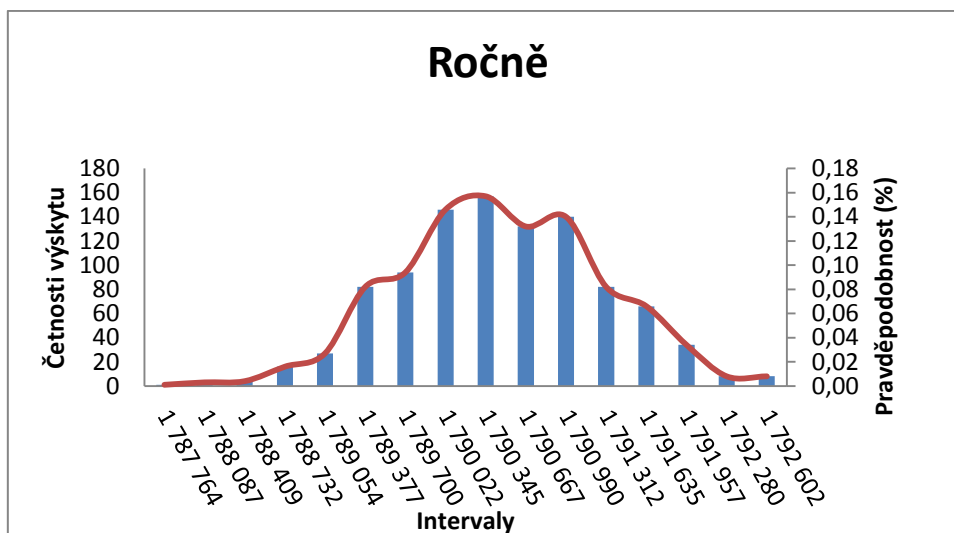
Graf 31 Histogram četností a funkce hustoty nákladových úroků II. kvartál



Graf 32 Histogram četností a funkce hustoty nákladových úroků III. kvartál



Graf 33 Histogram četností a funkce hustoty nákladových úroků IV. kvartál



Graf 34 Histogram četností a funkce hustoty nákladových úroků ročně

V Tab. 46 jsou zobrazeny statistické charakteristiky dat z předchozích grafů. Z výsledku jsou patrné podobné hodnoty mezi ukazateli střední hodnota, modus a medián. Např. v prvním kvartále je průměrná hodnota odhadovaných tržeb ve výši 444 390 Kč, nejčastější hodnota je odhadována ve výši 444 397 Kč a medián, vyjadřující střed souboru má hodnotu 444 397 Kč. Směrodatná odchylka, vyjadřující interval, ve kterém se hodnoty souboru nejčastěji pohybují je 93 Kč.

	I. kvartál	II. kvartál	III. kvartál	IV. kvartál	ROČNĚ
střední hodnota	444 390	449 601	488 576	407 919	1 790 466
modus	444 397	449 631	488 546	407 891	1 790 345
medián	444 397	449 631	488 546	407 891	1 790 345
rozptyl	8 713	41 132	86 040	90 648	657 639
směrodatná odchylka	93	203	293	301	811

Tab. 46 Popisná statistika odhadu nákladových úroků

#### 4.5.2 Stanovení úrokových výnosů a ostatních finančních výnosů a nákladů

Zatímco nákladové úroky jsou závislé na vývoji ukazatele PRIBOR+3M a výši pohledávek, ostatní položky finančního výsledku hospodaření jsou stanoveny pětiletým průměrem, dle interní informace společnosti. Výsledné hodnoty se nejvíce přibližují plánovaným výsledkům společnosti. Přehled ostatních položek finančního výsledku hospodaření je uveden v Tab.47.

<b>Úrokové výnosy</b>	13 000
<b>Ostatní finanční výnosy</b>	497 000
<b>Ostatní finanční náklady</b>	-227 000
<b>CELKEM</b>	283 000

Tab. 47 Přehled nákladových a výnosových položek pro finanční výsledek hospodaření

#### 4.5.3 Odhad hospodářského výsledku z finanční činnosti

Výsledek hospodaření z finanční činnosti lze pro jednotlivá čtvrtletí a za celý rok zjistit ze vztahu,

$$HV_{F\check{C},t}^i = V\acute{u}_t^{CZK} + OFV_t^{CZK} - OFN_t^{CZK} - \sum_{t=1}^T N\acute{u}_t^i, \quad (96)$$

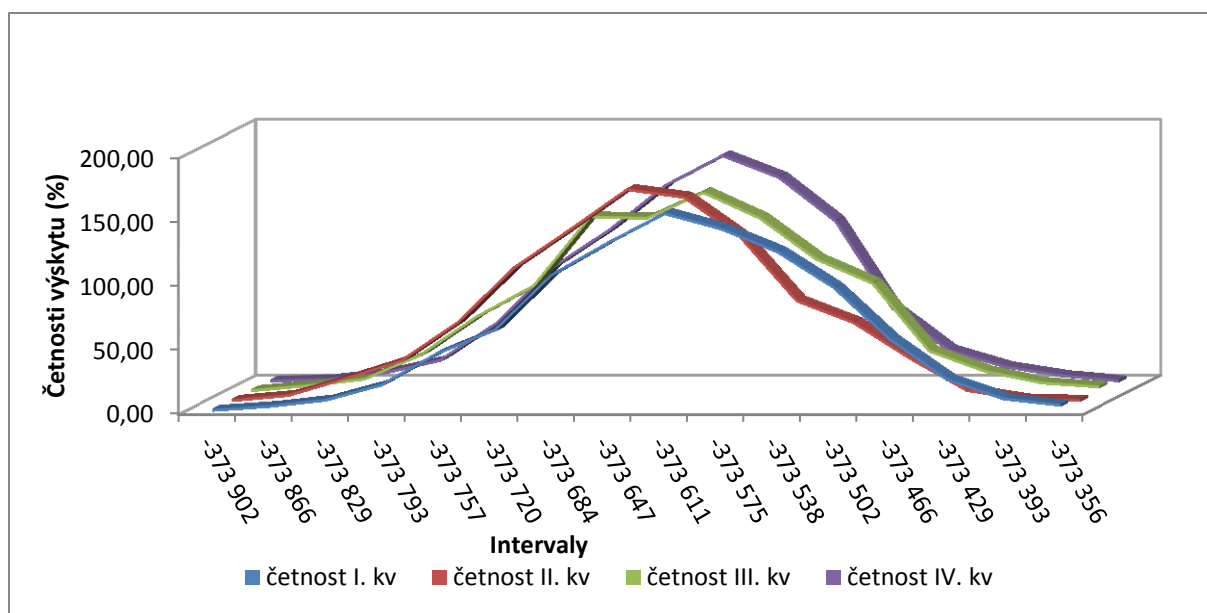
kde  $N\acute{u}$  jsou nákladové úroky,  $V\acute{u}$  výnosové úroky,  $OFV$  ostatní finanční výnosy a  $OFN$  jsou ostatní finanční náklady.

Tab. 48 zobrazuje předpokládané výsledky hospodaření z finanční činnosti za rok 2011. Hodnoty jsou stanoveny dle vztahu (96).

FINANČNÍ VÝSLEDEK HOSPODAŘENÍ 2011						
scénáře		I. kvartál	II. kvartál	III. kvartál	IV. kvartál	ROČNĚ
	1	-373 757	-379 081	-418 138	-337 487	-1 508 463
	2	-373 728	-378 993	-417 846	-337 114	-1 507 681
	3	-373 558	-378 832	-417 811	-337 066	-1 507 267
	4	-373 725	-378 745	-417 644	-337 004	-1 507 118
	5	-373 534	-378 652	-417 359	-336 663	-1 506 208
	6	-373 458	-378 363	-417 440	-336 942	-1 506 203
	7	-373 658	-378 807	-417 775	-337 003	-1 507 243
	8	-373 686	-379 226	-418 165	-337 457	-1 508 534
	9	-373 585	-378 768	-417 779	-336 966	-1 507 099
	10	-373 558	-378 910	-418 108	-337 481	-1 508 057

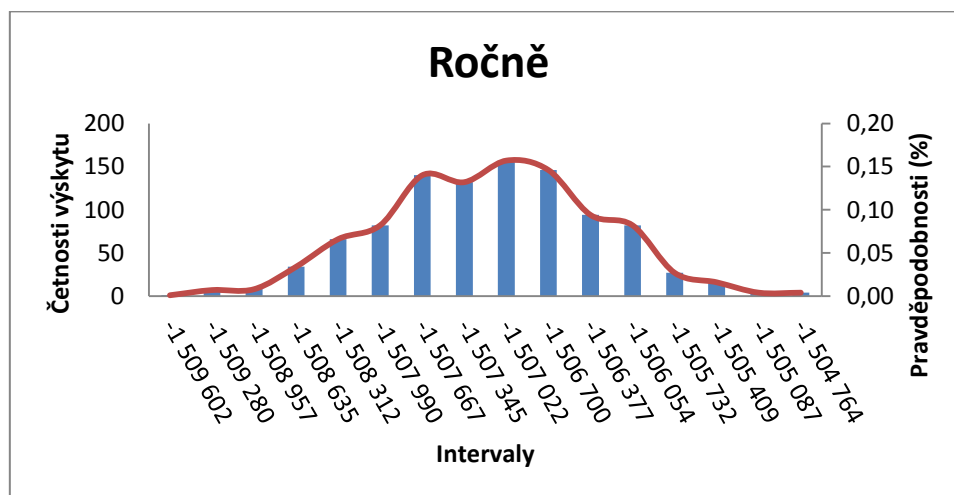
Tab. 48 Finanční výsledek hospodaření 2011

Graf 35 zobrazuje pravděpodobnosti výskytu odhadovaných hodnot výsledku hospodaření z finanční činnosti v roce 2011 v jednotlivých kvartálech.



Graf 35 Funkce hustoty finančního výsledku hospodaření za jednotlivé kvartály roku 2011

Graf 36 zobrazuje četnosti rozdělení výsledku hospodaření z finanční činnosti. Z grafu je patrné, že nejčetnější hodnotou je ztráta ve výši 1 507 022.



Graf 36 Histogram četností a funkce hustoty finančního výsledku hospodaření za celý rok 2011

## 4.6 Odhad výsledku hospodaření za účetní období

Výsledek hospodaření za účetní období je výsledkem provozního a finančního hospodaření. Provozní výsledek hospodaření je dán predikovanými tržbami a zohledněním ostatních položek uvedených v kapitole 4.4. Odhadnutá hodnota ročního provozního hospodaření se přibližuje plánu společnosti. Ta odhaduje provozní výsledek hospodaření v roce 2011 ve výši od 3 mil. Kč (v případě negativního vývoje společnosti) až po 6 mil. Kč (v případě optimistického vývoje společnosti). Hodnota odhadnutá v rámci CorporateMetrics, ve výši okolo 5 mil. Kč (Graf 29), je tak v lepší polovině plánovaných výsledků.

Hodnoty odhadovaného finančního výsledku hospodaření, po zohlednění všech položek spadajících do této skupiny, jsou propočteny v kapitole 4.5. Ztráta ve výši okolo 1,5 mil. Kč je téměř průměrem běžných výsledků hospodaření z finanční činnosti za poslední roky. To svědčí o kvalitní predikci této hodnoty.

Výsledek hospodaření za účetní období je vyjádřen vztahem,

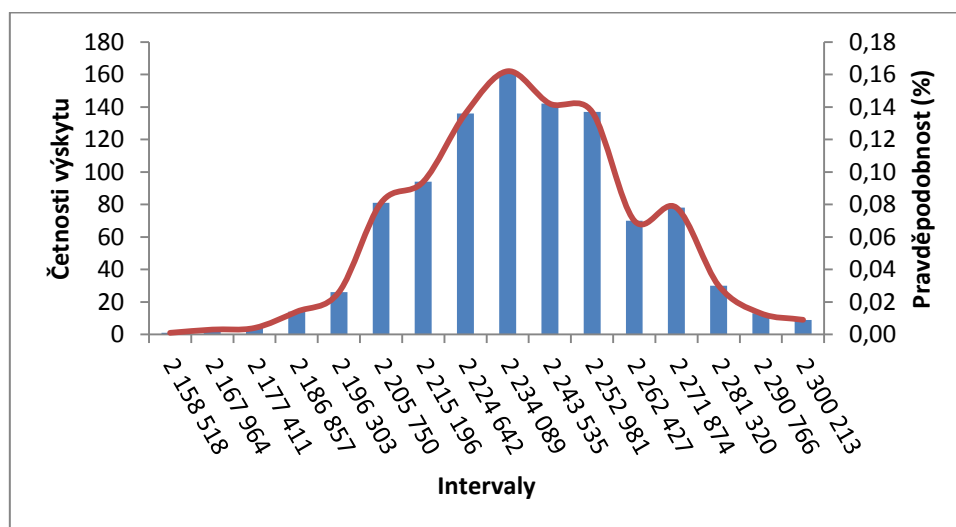
$$EAT_{\dot{U}O,t}^i = (HV_{P\check{C},t}^i + HV_{F\check{C},t}^i) \cdot (1 - da\check{n}), \quad (97)$$

kde výsledky tohoto vztahu jsou zobrazeny v Tab. 49. Jelikož má společnost rozdílné hodnoty účetního a daňového základu daně, byla zjištěna průměrná procentní hodnota daně, která je odváděna státu z výsledku hospodaření před zdaněním. Daň je stanovena ve výši 35%, o kterou byly sníženy hodnoty výsledku hospodaření za běžnou činnost. Výsledné odhadované výsledky hospodaření za účetní období po zdanění se pohybují okolo 2,2 mil. Kč ročně.

VÝSLEDEK HOSPODAŘENÍ ZA BĚŽNOU ČINNOST						
scénáře		I. kvartál	II. kvartál	III. kvartál	IV. kvartál	ROČNĚ
	1	568 402	567 283	539 961	594 499	2 270 145
	2	567 683	563 950	531 893	581 897	2 245 423
	3	562 162	560 443	531 048	580 591	2 234 244
	4	567 167	555 985	527 944	578 953	2 230 050
	5	561 657	553 321	519 234	567 891	2 202 103
	6	558 279	545 825	525 041	576 225	2 205 370
	7	565 284	558 712	530 436	578 718	2 233 150
	8	566 672	570 433	541 469	591 872	2 270 446
	9	563 074	557 959	531 057	576 629	2 228 719
	10	562 320	562 287	541 789	592 367	2 258 763

Tab. 49 Výsledek hospodaření za účetní období

Graf 37 je histogram, zobrazující četnosti výskytu v určených intervalech a lze z něj vyčíst, že nejčastější výskyt hospodářského výsledku je v intervalu 2 234 089 Kč.



Graf 37 Histogram četností a funkce hustoty výsledku hospodaření za účetní období

## 4.7 Odhad EaR

Postup při určování hodnoty EaR na daných hladinách významnosti je:

1. seřazení výsledků hospodaření za účetní období od nejhoršího scénáře po nejlepší,
2. výběr predikovaného výsledku hospodaření v roce 2011 na hladině významnosti 1%, 5% a 10%, tzn. 10., 50. a 100. nejhorší výsledek simulace z možných scénářů,
3. převod zvolených hodnot hospodářského výsledku za účetní období na hodnoty EaR.

Tab. 50 obsahuje hodnoty výsledku hospodaření za účetní období převedené na hodnoty EaR na vybraných hladinách významnosti.

v Kč	1%	5%	10%
I. kvartál	-513 932	-515 608	-516 596
II. kvartál	-503 310	-505 688	-507 942
III. kvartál	-472 588	-478 450	-480 558
IV. kvartál	-515 555	-522 405	-525 749
ROČNĚ	-2 011 813	-2 027 528	-2 033 112

Tab. 50 Hodnoty EaR na vybrané hladině významnosti (Kč)

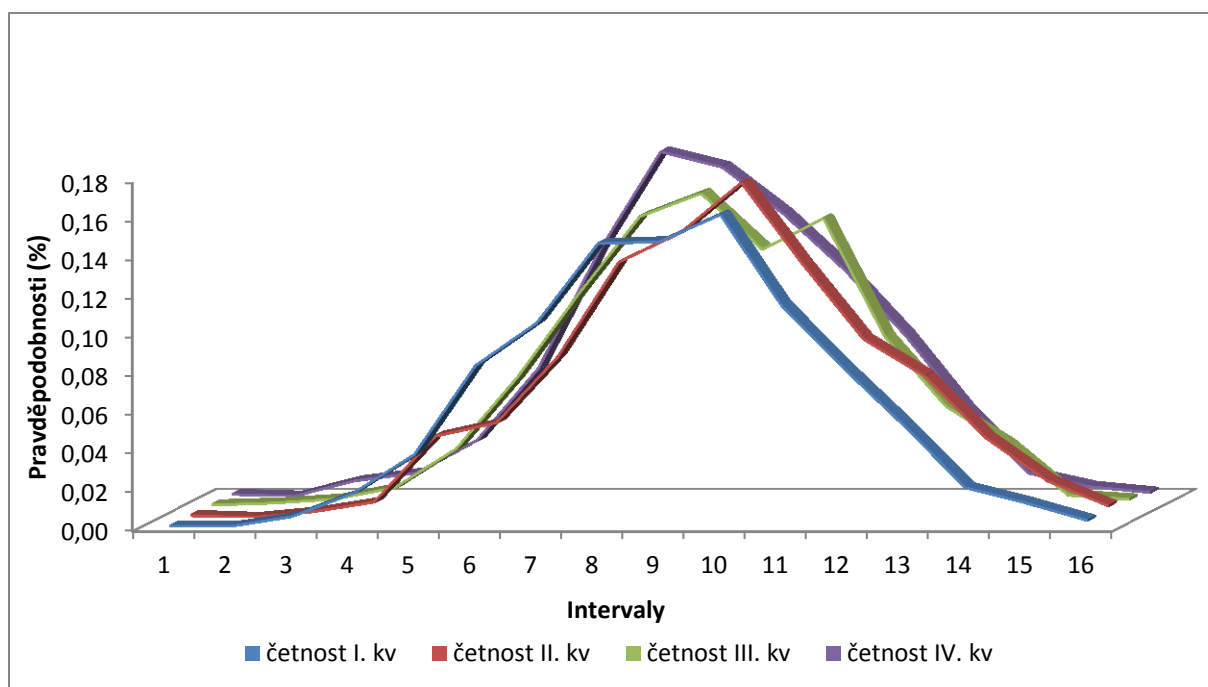
Z výsledku Tab. 49 lze konstatovat, že např. hodnota EaR na hladině významnosti 1% je -2 011 813 Kč, což představuje odhad nejhorší možné ztráty za dané období. Jelikož je metodologie EaR definována jako ztráta, potom výsledek hospodaření za rok 2011 na hladině významnosti 1% je ve výši 2 011 813 Kč. Hodnotu lze také interpretovat tak, že s pravděpodobností 99% bude hospodářský výsledek za účetní období větší a s pravděpodobností 1% je menší než hodnota 2 011 813 Kč.

Na hladině významnosti 5% je hodnota EaR za dané období ve výši -2 027 528 Kč, tzn., s pravděpodobností 95% je hospodářský výsledek za účetní období větší než hodnota 2 027 528 a s pravděpodobností 5% je menší než hodnota 2 027 528 Kč.

V případě interpretace posledního sloupce Tab. 50 nějak ho označit lze konstatovat, že na hladině významnosti 10% je hodnota EaR rovna -2 033 112 Kč, tzn., že s pravděpodobností 90% bude hospodářský výsledek za účetní období větší než hodnota 2 033 112 a s pravděpodobností 10% bude výsledek hospodaření menší než tato hodnota.

Stejnou interpretaci lze použít i pro kvartální výsledky. Rozdílné jsou pouze hodnoty výsledků hospodaření za účetní období pro jednotlivé hladiny významnosti.

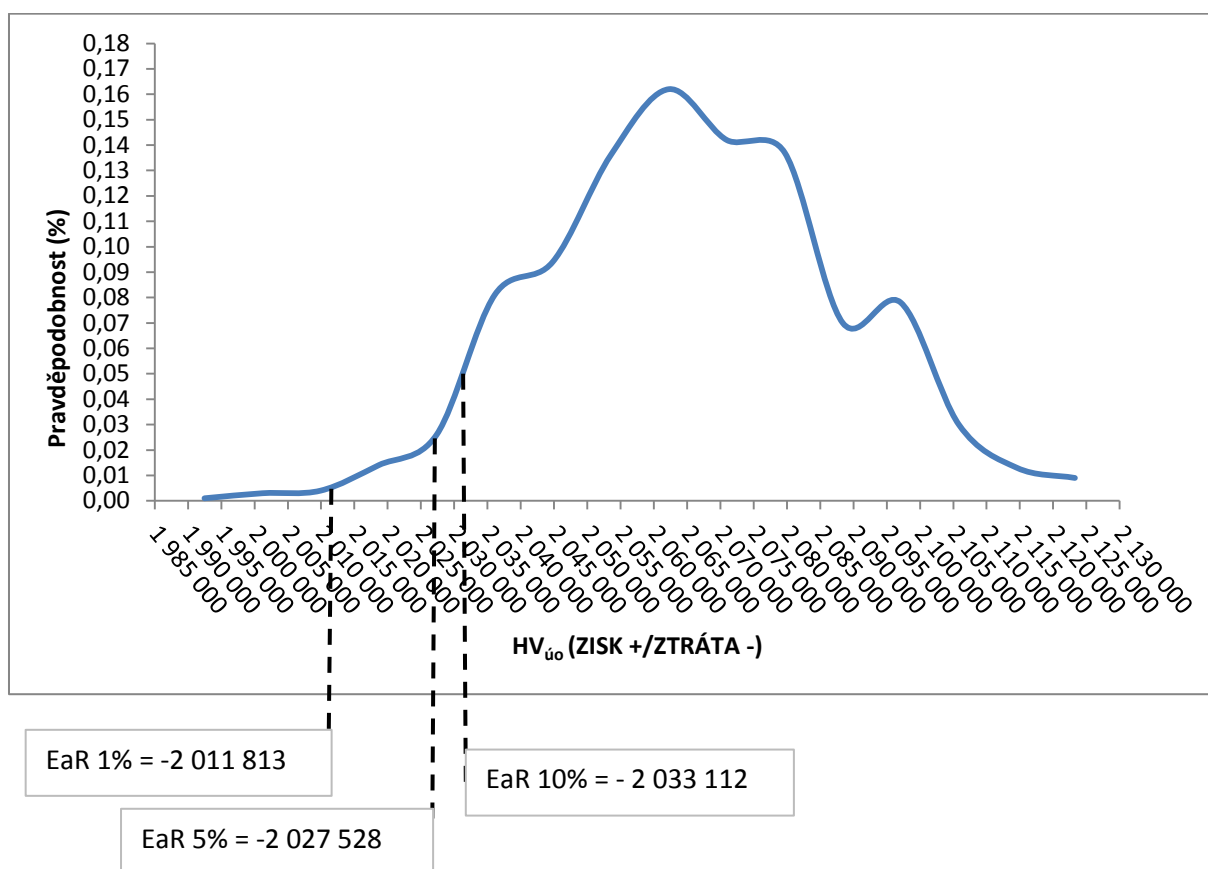
Graf 38 zobrazuje četnosti výsledků hospodaření v jednotlivých kvartálech roku 2011.



Graf 38 Funkce hustoty pro metodologii EaR

Graf 39 zobrazuje funkci hustoty hospodářského výsledku za účetní období 2011 a hodnoty EaR na daných hladinách významnosti.

Graf 39 EaR na daných hladinách významnosti





## 5 Závěr

Cílem diplomové práce byla aplikace metodologie CorporateMetrics ve vybraném odvětví, tzn. určení rizika změny hospodářského výsledku za účetní období 2011. Riziko bylo kvantifikováno ukazatelem Earning at Risk na úrovni výsledku hospodaření za účetní období společnosti MIKA a. s.

Práce byla rozdělena na tři části: popis metodologie, popis podniku a jeho finančních toků a odhad rizika finančních toků.

V první části byly popsány hlavní rysy metodologie CorporateMetrics a kroky při její aplikaci. Dále byl charakterizován proces finančního modelování, statistické verifikace modelů a v závěru byla řešena problematika kvantifikace rizika.

Druhá část je věnována podniku MIKA a. s. a jeho finančním tokům. Byla zdůrazněna zejména oblast působení společnosti, její vlastnická struktura a finanční situace v roce 2010.

V třetí části byly popsány rizikové faktory, za které byly určeny zejména měnové páry CZK/EUR, CZK/LTL, CZK/HUF a CZK/BGN, které ovlivňují 70% celkových tržeb v CZK. Dalším rizikovým faktorem byla pražská mezibankovní nabídková sazba PRIBOR+3M, od které se odvíjeli nákladové úroky společnosti. Dále se při aplikaci metodologie postupovalo tak, že byly odhadnuty stochastické modely vývoje rizikových faktorů. Následná statistická verifikace poukázala na statistickou významnost geometrického Brownova modelu u všech měnových párů. V případě ukazatele PRIBOR+3M byl použit CIR model. Po stanovení modelů bylo přikročeno k samotnému odhadu vývoje rizikových faktorů a hospodářského výsledku za účetní období pomocí simulace Monte Carlo.

Odhadem hospodářského výsledku byly získány hodnoty, na které mohl být po úpravě aplikován výše zmiňovaný ukazatel EaR na úrovni výsledku hospodaření za účetní období a vybraných hladinách významnosti. Pro 1% hladinu významnosti byla vyčíslena hodnota EaR ve výši -2 011 813 Kč, pro 5% -2 027 528 Kč a na hladině významnosti 10% činí hodnota EaR -2 033 112 Kč. Z těchto výsledků EaR vyplývá, že hospodářský výsledek za účetní období je pro všechny hladiny významnosti v oblasti zisku.

## Seznam použité literatury

### a) Knihy, příspěvky ze sborníku

BENNINGA, S. *Financial modeling*. 3<sup>rd</sup> Rev Ed. Mit Press Ltd (United States), 2008. 622 p. ISBN-13: 9780262026284.

CIPRA, T. *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s. ISBN 978-80-86929-43-9.

DA COSTA, Nigel, L. *Market Risk Modelling*. 1.Ed. London: British Library Cataloguing, 2001. 238 p. ISBN 1-904339-07-7.

JÍLEK, J. *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 635 s. ISBN 80-7169-579-3.

JORION, P. *Value at Risk: The new benchmark for managing financial risk*. 3<sup>rd</sup> Ed. The McGraw-Hill Companies, Inc., 2007. 658 p. ISBN 0-07-146495-6.

MALKIEL, G. B., *A random walk down wall street*. Rev. Ed. W. W. Norton and Company, Inc., 1999. 566 p. ISBN 0-393-04781-4.

Rees, M. *Financial modeling in practice*. 1<sup>st</sup> Ed, John Wiley and Sons, Inc., 2008. 265 p. ISBN 978-0-470-99744-4.

Scott Proctor, K. *Building financial models with microsoft excel: a guide for business professionals*. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley and Sons, Inc., 2010. 350 p. ISBN 978-0-470-48174-5.

Tjia, J. *Building financial models*. 1<sup>st</sup> Ed. The McGraw-Hill finance and investing, 2009. 462 p. ISBN-13: 9780071608893.

ZMEŠKAL, Z. *Finanční modely*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2004. 236 s. ISBN 80-86119-87-4.

### b) Elektronické publikace a ostatní internetové zdroje

LEE, A. *CorporateMetrics Technical Document* [online]. 1<sup>st</sup> ed. New York: RiskMetrics Group, J.P. Morgan, 1999. 123 s. Dostupný z WWW: <http://www.riskmetrics.com/publications/techdocs/corpovv.html>

KIM, J., MALZ, A.M., MINA, J.. *LongRun Technical Document* [online]. 1<sup>st</sup> ed. New York : RiskMetrics Group, 1999 [cit. 2009-01-31]. Dostupný z WWW: <http://www.riskmetrics.com>.

LONGERSTAEY, J., SPENCE, M. *RiskMetrics Technical Document* [online]. 1<sup>st</sup> ed. New York: RiskMetrics Group, 1996. 74 s. Dostupné z WWW: <http://www.riskmetrics.com/publications/techdocs/rmcovv.html>

ADÁSKOVÁ, P. *Co jsou měnová rizika*. Dostupné z WWW: <http://www.risk-management.cz/index.php?clanek=64&cat2=1&lang=>

## Seznam zkratek

BGN	Bulharský lev
CIR	Cox, Ingersoll, Ross model
CZK	Česká koruna
ČNB	Česká národní banka
EaR	Earnings at Risk
EUR	euro
HUF	Maďarský forint
LTL	Litevský litas
VaR	Value at Risk

a	parametr rychlosti přibližování se k dlouhodobé rovnováze,
$\alpha$	trendový koeficient vývoje rizikových aktiv, odhadnutý parametr, $\square$ $\square$
b	parametr dlouhodobé rovnováhy,
$\beta$	odhadnutý nezávislý parametr,
$D_t$	absolutní cenová změna v čase,
dt	časový interval,
dž	Wienerův proces,
$\varepsilon$	náhodná hodnota z $N(0,1)$ ,
EaR	Earnings at Risk, rizikový ukazatel metodologie CorporateMetrics,
E(S)	střední hodnota kurzu podle odhadnutého modelu,
ESS	součet ESS čtverců vysvětlených regresní přímkou
GBM	Geometrický Brownův model,
$F_{\text{vyp}}$	F – statistika vypočtená,
$F_{\text{krit}}$	F – statistika kritická,
FISH	distribuční funkce Fischerova rozdělení pravděpodobnosti,
$L_t$	logaritmická změna ceny v čase neboli spojitý výnos,
MA	Mooving Avarage neboli týdenní klouzavý průměr denních měnových kurzů,
$\mu$	střední hodnota,
MRM	Mean – Reversion model,
$P_t$	cena v čase,
$R_t$	relativní cenová změna v čase,
RSS	součet čtverců reziduí,
$\sigma$	směrodatná odchylka,
$\sigma^2$	rozptyl,
t	počáteční čas,
T	konečný čas,
$t_{\text{vyp}}$	t – statistika vypočtená,
$t_{\text{krit}}$	t – statistika kritická,
var()	rozptyl veličiny,
VaR	Value at Risk.
ž	náhodná veličina v čase,
$\Sigma$	suma,
$\Pi$	zisk,
$\rho_{i,j}$	koeficient korelace,
$\sigma^2_{i,j}$	koeficient kovariance.

## Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byl(a) seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne .....

.....  
jméno a příjmení studenta

Adresa trvalého pobytu studenta:

.....

## Seznam tabulek, obrázků a grafů

Obr. 1 Regresní analýza MRM pro CZK/EUR .....	33
Obr. 2 Regresní analýza GBP pro CZK/EUR .....	34
Obr. 3 Regresní analýza MRM pro CZK/LTL .....	36
Obr. 4 Regresní analýza GBP pro CZK/LTL .....	36
Obr. 5 Regresní analýza MRM pro CZK/HUF .....	38
Obr. 6 Regresní analýza GBP pro CZK/HUF .....	39
Obr. 7 Regresní analýza MRM pro CZK/BGN .....	41
Obr. 8 Regresní analýza GBP pro CZK/BGN .....	41
Obr. 9 Regresní analýza MRM pro ukazatel PRIBOR+3M .....	43
Obr. 10 Regresní analýza GBP pro ukazatel PRIBOR+3M .....	44

Graf 1 Vývoj jednotlivých týdenních kurzů .....	31
Graf 2 Vývoj ukazatele PRIBOR+3M .....	32
Graf 3 Vývoj týdenního kurzu a výnosu CZK/EUR .....	32
Graf 4 Srovnání skutečného a modelového vývoje CZK/EUR .....	35
Graf 5 Vývoj týdenního kurzu a výnosu CZK/LTL .....	35
Graf 6 Srovnání skutečného a modelového vývoje CZK/LTL .....	37
Graf 7 Vývoj týdenního kurzu a výnosu CZK/HUF .....	38
Graf 8 Srovnání skutečného a modelového vývoje CZK/HUF .....	40
Graf 9 Vývoj týdenního kurzu a výnosu CZK/BGN .....	40
Graf 10 Srovnání skutečného a modelového vývoje CZK/BGN .....	42
Graf 11 Vývoj kurzu a výnosu PRIBOR+3M (%) .....	43
Graf 12 Srovnání skutečného a modelového vývoje ukazatele PRIBOR+3M .....	45
Graf 13 Predikce CZK/EUR .....	47
Graf 14 Zohlednění kvantilů v predikci kurzu CZK/EUR .....	48
Graf 15 Predikce CZK/LTL .....	49
Graf 16 Zohlednění kvantilů v predikci kurzu CZK/LTL .....	49
Graf 17 Predikce CZK/HUF .....	50
Graf 18 Zohlednění kvantilů v predikci kurzu CZK/LTL .....	51
Graf 19 Predikce CZK/BGN .....	52
Graf 20 Zohlednění kvantilů v predikci kurzu CZK/BGN .....	52
Graf 21 Predikce PRIBOR .....	53
Graf 22 Podíl jednotlivých měn na celkových tržbách .....	54
Graf 23 Četnosti T v I. kvartálu .....	57
Graf 24 Četnosti T v II. kvartálu .....	57
Graf 25 Četnosti T v III. kvartálu .....	58
Graf 26 Četnosti T v IV. kvartálu .....	58
Graf 27 Četnosti T ročně .....	58
Graf 28 Funkce hustoty provozního výsledku hospodaření za jednotlivé kvartály roku 2011 .....	60
Graf 29 Četnosti provozního výsledku hospodaření za celý rok 2011 .....	61
Graf 30 Četnosti nákladových úroků I. kvartál .....	63
Graf 31 Četnosti nákladových úroků II. kvartál .....	63
Graf 32 Četnosti nákladových úroků III. kvartál .....	63
Graf 33 Četnosti nákladových úroků IV. kvartál .....	64
Graf 34 Četnosti nákladových úroků ročně .....	64
Graf 35 Funkce hustoty finančního výsledku hospodaření za jednotlivé kvartály roku 2011 .....	66
Graf 36 Četnosti finančního výsledku hospodaření za celý rok 2011 .....	66
Graf 37 Četnosti výsledku hospodaření za účetní období .....	67
Graf 38 Četnosti rozdělení pro metodologii EaR .....	69
Graf 39 EaR na daných hladinách významnosti .....	69

Tab. 1 Rizikové parametry ve finančním a podnikovém prostředí .....	6
Tab. 2 Plánovaná změna v počtu pracovníků .....	27
Tab. 3 Vybrané výsledky VZZ (CZK) .....	28
Tab. 4 Vybrané výsledky cash – flow (CZK) .....	29
Tab. 5 Denní a týdenní kurzy měn. Zdroj: www.cnb.cz .....	30
Tab. 6 Vývoj ukazatele PRIBOR+3M (%). Zdroj: www.cnb.cz .....	31
Tab. 7 Statistická verifikace MRM pro CZK/EUR .....	33
Tab. 8 Statistická verifikace GBP pro CZK/EUR .....	34
Tab. 9 Výsledné parametry modelu pro CZK/EUR .....	34
Tab. 10 Statistická verifikace MRM pro CZK/LTL .....	36
Tab. 11 Statistická verifikace GBP pro CZK/LTL .....	37
Tab. 12 Výsledné parametry modelu pro CZK/LTL .....	37
Tab. 13 Statistická verifikace MRM pro CZK/HUF .....	39
Tab. 14 Statistická verifikace GBP pro CZK/HUF .....	39
Tab. 15 Výsledné parametry modelu pro CZK/HUF .....	39
Tab. 16 Statistická verifikace MRM pro CZK/BGN .....	41
Tab. 17 Statistická verifikace GBP pro CZK/BGN .....	42
Tab. 18 Výsledné parametry modelu pro CZK/BGN .....	42
Tab. 19 Statistická verifikace MRM pro ukazatel PRIBOR+3M .....	44
Tab. 20 Statistická verifikace GBP pro CZK/LTL .....	44
Tab. 21 Výsledné parametry modelu pro ukazatel PRIBOR+3M .....	44
Tab. 22 Korelační matice .....	46
Tab. 23 Kovariační matice .....	46
Tab. 24 Choleskeho matice .....	46
Tab. 25 Vstupní data CZK/EUR .....	46
Tab. 26 Predikce CZK/EUR .....	47
Tab. 27 Vstupní data CZK/LTL .....	48
Tab. 28 Predikce CZK/LTL .....	48
Tab. 29 Vstupní data CZK/HUF .....	49
Tab. 30 Predikce CZK/HUF .....	50
Tab. 31 Vstupní data CZK/BGN .....	51
Tab. 32 Predikce CZK/BGN .....	51
Tab. 33 Vstupní data PRIBOR .....	53
Tab. 34 Predikce PRIBOR+3M .....	53
Tab. 35 Vstupní tabulka pro odhad tržeb .....	54
Tab. 36 Příklad vývoje tržeb v EUR .....	55
Tab. 37 Tržby v CZK za jednotlivá kvartální období .....	56
Tab. 38 Intervaly predikovaných hodnot celkových tržeb .....	56
Tab. 39 Četnosti a pravděpodobnosti tržeb .....	57
Tab. 40 Popisná statistika odhadu tržeb .....	59
Tab. 41 Přehled nákladových položek .....	59
Tab. 42 Odhad výsledku hospodaření z provozní činnosti .....	60
Tab. 43 Splátkový kalendář - srpen 2011 .....	61
Tab. 44 Souhrn nákladových úroků za jednotlivé kvartály a ročně .....	62
Tab. 45 Četnosti a pravděpodobnosti nákladových úroků .....	62
Tab. 46 Popisná statistika odhadu nákladových úroků .....	64
Tab. 47 Přehled nákladových a výnosových položek pro finanční výsledek hospodaření .....	65
Tab. 48 Finanční výsledek hospodaření 2011 .....	65
Tab. 49 Výsledek hospodaření za účetní období .....	67
Tab. 50 Hodnoty EaR na vybrané hladině významnosti (Kč) .....	68